

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-83764
(P2003-83764A)

(43)公開日 平成15年3月19日(2003.3.19)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 1 D 5/20

識別記号

F I

G 0 1 D 5/20

データベース(参考)

B 2 F 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数42 O L (全 24 頁)

(21)出願番号 特願2002-131900(P2002-131900)

(22)出願日 平成14年5月7日(2002.5.7)

(31)優先権主張番号 特願2001-199835(P2001-199835)

(32)優先日 平成13年6月29日(2001.6.29)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 丹羽 正久

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74)代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

Fターム(参考) 2F077 AA13 AA22 AA43 CC02 FF02

FF03 FF12 FF13 TT07 UU07

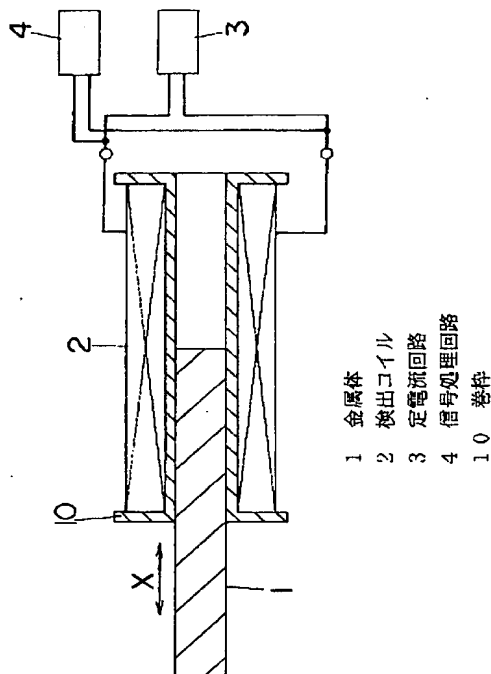
UU12 VV02

(54)【発明の名称】 ポジションセンサ

(57)【要約】

【課題】 精密な部品、組み立て、及び温度補償が不要で、変位に対する出力の十分なリニアリティを得ることができるポジションセンサを提供する。

【解決手段】 ポジションセンサは、中空の巻棒10に巻回された検出コイル2と、検出コイル2の巻軸方向Xに変位して巻棒10の中空部分に貫入する金属体1と、所定の周波数及び振幅の定電流を検出コイル2に出力する定電流回路3と、定電流回路3が出力する定電流及び検出コイル2のインピーダンスにより決まる検出コイル2の両端電圧を金属体1と検出コイル2との位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路4とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の周波数及び振幅の定電流を出力する定電流回路と、前記定電流を供給される検出コイルと、前記検出コイルに対して前記検出コイルの巻軸方向に相対変位する金属体と、前記定電流及び前記検出コイルのインピーダンスにより決まる電圧信号を前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路とを備えることを特徴とするポジションセンサ。

【請求項 2】 前記相対変位する金属体は、前記検出コイルの巻線内に貫入自在であることを特徴とする請求項 1 記載のポジションセンサ。

【請求項 3】 コンデンサ及び検出コイルからなる LC 共振回路と、前記検出コイルに対して前記検出コイルの巻軸方向に相対変位する金属体と、前記 LC 共振回路に帰還電流を供給して前記 LC 共振回路を励振する発振回路と、前記発振回路の発振振幅を所定の値とするために前記発振回路の負性コンダクタンスを制御することによって前記帰還電流を制御する負性コンダクタンス制御回路と、前記帰還電流に比例した電流出力を前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路とを備えることを特徴とするポジションセンサ。

【請求項 4】 前記相対変位する金属体は、前記検出コイルの巻線内に貫入自在であることを特徴とする請求項 3 記載のポジションセンサ。

【請求項 5】 前記負性コンダクタンス制御回路は、前記発振回路の発振振幅に比例した直流信号と所定の直流電圧とを入力とする差動増幅器を具備し、前記差動増幅器の出力結果が前記直流信号は前記所定の直流電圧よりも小さい場合には、前記発振回路の負性コンダクタンスを増大させるように制御し、前記差動増幅器の出力結果が前記直流信号は前記所定の直流電圧よりも大きい場合には、前記発振回路の負性コンダクタンスを減少させるように制御することを特徴とする請求項 3 または 4 記載のポジションセンサ。

【請求項 6】 前記発振回路は前記負性コンダクタンスを形成して前記帰還電流の値を決定する抵抗を具備し、前記抵抗は少なくとも一部を MOSFET のドレインソース間抵抗で構成され、前記負性コンダクタンス制御回路は前記 MOSFET のゲート電圧を制御し、前記ドレインソース間抵抗を可変とすることによって前記帰還電流を制御することを特徴とする請求項 5 記載のポジションセンサ。

【請求項 7】 前記発振回路は、前記 LC 共振回路の一端に直列接続されるエミッタを有した NPN 型の第 1 のトランジスタと、ベースが前記第 1 のトランジスタのベースに接続された NPN 型の第 2 のトランジスタと、一端が接地されるとともに他端が前記第 2 のトランジスタのエミッタに接続された前記帰還電流の値を決定する抵

抗と、前記第 2 のトランジスタのコレクタ電流を帰還電流として前記 LC 共振回路に帰還するカレントミラー回路とを備え、前記負性コンダクタンス制御回路は、所定の定電圧を発生する定電圧回路と、前記定電圧よりも前記発振回路の発振振幅の方が大きい場合に前記帰還電流を少なくする制御回路とを備えることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のポジションセンサ。

【請求項 8】 前記負性コンダクタンス制御回路は、前記発振回路の負性コンダクタンスを可変として前記帰還電流を制御することによって、前記発振回路の発振振幅をトランジスタのベース-エミッタ間電圧の 2 倍以下とすることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のポジションセンサ。

【請求項 9】 前記負性コンダクタンス制御回路は、前記発振回路の負性コンダクタンスを可変として前記帰還電流を制御することによって、前記発振回路の発振振幅を 0.1～0.7V とすることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のポジションセンサ。

【請求項 10】 前記検出コイルの巻線のターン数、巻線の巻ピッチ、及び前記検出コイルに入力される信号の周波数は、前記検出コイルの巻線が有するインピーダンス成分の温度係数と、前記金属体が前記検出コイルに対して相対変位することに起因する前記検出コイルのインピーダンス成分の温度係数とが等しくなる各値であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 11】 前記金属体は、前記検出コイルの巻線が有するインピーダンス成分の温度係数と、前記金属体が前記検出コイルに相対変位することに起因する前記検出コイルのインピーダンス成分の温度係数とが等しくなる材料で形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 12】 前記金属体に施された表面処理は、前記検出コイルの巻線が有するインピーダンス成分の温度係数と、前記金属体が前記検出コイルに相対変位することに起因する前記検出コイルのインピーダンス成分の温度係数とが等しくなる表面処理であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 13】 前記金属体は、少なくとも表面を体積抵抗率の温度係数が小さな材料で形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 14】 前記金属体は、少なくとも表面をニッケル-クロム合金、ニッケル-クロム-鉄合金、鉄-クロム-アルミ合金、銅-ニッケル合金、マンガニンのうちいずれかで形成されることを特徴とする請求項 13 記載のポジションセンサ。

【請求項 15】 前記金属体は、所望の長さに切断した電熱線を、曲げ加工して形成したことを特徴とする請求項 13 記載のポジションセンサ。

【請求項 16】 前記電熱線は、ニッケルクロム合金、ニッケルクロム鉄合金、鉄クロムアルミ合金、銅ニッケル合金、マンガニンのうちいずれかで形成されることを特徴とする請求項 15 記載のポジションセンサ。

【請求項 17】 前記検出コイルの巻線は、ニクロム、マンガニン、銅ニッケル合金のうちいずれかで形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 18】 前記検出コイルは、巻線と、所定の間隔毎に巻線位置決め用ガイドが形成された巻枠とで構成され、前記巻線は前記巻線位置決め用ガイドに沿って前記巻枠に巻回されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 19】 前記検出コイルの巻線はスプリングコイルであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 20】 前記金属体はパイプ状であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 21】 前記金属体は非金属の表面に金属板が取り付けられてなることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 22】 前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、位置検出に必要な分解能を満たすビット数のデジタル信号であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 23】 前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号が出力してから前記位置情報に応じた時間を経て出力されるパルス信号とから構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 24】 前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号に続いて出力される前記位置情報に応じたデューティ比のパルス信号とから構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 25】 前記信号処理回路は、前記金属体と前

記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号に続いて出力される前記位置情報に応じたパルス幅のパルス信号とから構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 26】 前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号に続いて出力される前記位置情報に応じた数のパルス信号とから構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 27】 前記検出コイルを 2 つ具備し、前記 2 つの検出コイルは構造部材に取り付けられた同一の前記金属体を共用することを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 28】 前記検出コイルを 2 つ具備し、同一の前記定電流回路が所定の周波数及び振幅の定電流を前記 2 つの検出コイルに出力することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のポジションセンサ。

【請求項 29】 前記各回路の能動回路はモノリシック IC で構成したことを特徴とする請求項 27 または 28 記載のポジションセンサ。

【請求項 30】 前記金属体の端部から所定の長さの部分を、他の部分より磁束が通りやすくしたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 31】 前記金属体の端部から所定の長さの部分は、他の部分より太いことを特徴とする請求項 30 記載のポジションセンサ。

【請求項 32】 前記金属体の端部から所定の長さの部分は、他の部分より透磁率が高い材料で形成されることを特徴とする請求項 30 記載のポジションセンサ。

【請求項 33】 前記金属体の端部から所定の長さの部分は、他の部分より透磁率が高い材料で表面処理されたことを特徴とする請求項 30 記載のポジションセンサ。

【請求項 34】 前記金属体は端部から所定の長さの部分の表面にパーマロイめっきを施した電磁ステンレスからなることを特徴とする請求項 33 記載のポジションセンサ。

【請求項 35】 前記金属体の端部は、面取り処理を行ってエッジを除去したことを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 36】 前記検出コイルは所定の曲率で湾曲した形状を有しており、前記検出コイルを固定し、前記検出コイルの曲率変化を矯正する手段を有するハウジング

を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 37】 前記ハウジングは前記検出コイルの内側半径部分の少なくとも一部に当接することによって、前記検出コイルの曲率変化を矯正することを特徴とする請求項 36 記載のポジションセンサ。

【請求項 38】 前記検出コイルを巻回した巻枠を備え、組み立て前に前記コイルと巻枠とを樹脂モールドしたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 39】 2つの前記検出コイルを各々巻回した2つの巻枠を備え、組み立て前に2つの前記コイルと2つの前記巻枠とを一体に樹脂モールドしたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか記載のポジションセンサ。

【請求項 40】 2つの前記検出コイルを備え、前記検出コイルに貫入する2つの前記金属体を一体に樹脂モールドしたことを特徴とする請求項 2 または 4 記載のポジションセンサ。

【請求項 41】 同一の曲率で湾曲した2つの前記検出コイルと、回転軸を中心に回転することで前記2つの検出コイルに各々貫入し、同一の曲率で湾曲した2つの前記金属体とを備え、2つの前記検出コイルは、前記金属体の回転軸方向に重ねて配置されることを特徴とする請求項 2 または 4 記載のポジションセンサ。

【請求項 42】 互いに異なる曲率で湾曲した2つの前記検出コイルと、回転軸を中心に回転することで前記2つの検出コイルに各々貫入し、互いに異なる曲率で湾曲した2つの前記金属体とを備え、2つの前記検出コイルは、前記金属体の回転軸に対して同一回転角度上、且つ同一平面上に配置されることを特徴とする請求項 2 または 4 記載のポジションセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動体の変位を検出するポジションセンサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の非接触式のポジションセンサは、永久磁石と感磁性素子を用いるものが多い。この方法では、感磁性素子にリニアな磁界を作用させる磁気回路の構成が最重要ポイントとなる。

【0003】 図35は特公平6-82041号公報で開示された一例であって、断面コの字状のヨーク100の内上面に設けた永久磁石101にテーパを形成し、永久磁石101とヨーク100の内下面との間に感磁性素子102を配置して、感磁性素子102のZ方向の変位に対して磁束103のリニアな磁界変化を実現している。

【0004】 また、最大のメリットは、感磁性素子102とセンサ回路（感磁性素子102への電源供給、信号処理回路）をモノリシックICとして作り込み、1つの

パッケージに納めることにより小型化、部品点数の削減を図ることができることである。

【0005】 さらに、別の従来例として特開2000-186903号公報で開示された高周波磁気式があり、その構成を図36に示す。被検出体に連動回転する回転シャフト201と、回転シャフト201と連結片202cで連結されて回転シャフト201を中心とする円周上を回転シャフト201の回転に連動して移動する円弧状の可動金属体202と、円周上に固定配置され、移動する可動金属体202の腕体202a、202bが夫々の中心透孔に出入りして磁路に対する占有量が可変自在となるように中心軸を円弧状に湾曲させた2つのセンサコイル203a、203bを駆動励起して高周波数の変調磁界を発生させ、腕体202a、202bのセンサコイル203a、203bに対する出入りに応じて生じる磁気的変化を検出するセンサ回路204と、センサコイル203a、203bに流れるコイル電流を検出するための抵抗器205a、205bとから構成される。

【0006】 このセンサ回路204は図37に示すように、2つのセンサコイル203a、203bに高周波の発振電流を流して励起駆動する発振回路206と、センサコイル203a、203bに直列に接続された抵抗器205a、205bに流れるコイル電流に応じて発生する電圧信号を取り込み、検波増幅する検波増幅回路207a、207bと、これら検波増幅回路207a、207bの一方の出力を基準として他方との差分を出力する誤差増幅回路208と誤差増幅回路208の出力に含まれるリップル成分を除去するフィルタ回路209と、ドリフト補正と傾き補正と温度補正等を行うデジタルトリミング回路からなる補正回路210と、補正回路210から出力される信号を出力インピーダンスを低くして出力端子OUTから自動車用演算制御回路（ECU）へ検出信号として出力する出力バッファ回路211とを備えており、電源端子Vinから各回路への電源供給のための電源電圧を入力する。

【0007】 この従来例においては可動金属体202の腕体202a、202bを2つのセンサコイル203a、203bに相補的に貫入させるものであり、センサコイル203a、203bの各インピーダンスが変化することをセンサ回路204で検出するので、特公平6-82041号公報に開示されたポジションセンサほどの精密な位置決めが不要であるというメリットがある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、特公平6-82041号公報のような磁気式のポジションセンサにおいては、変位に対する磁界103のリニアリティを得るためには、研削加工等による正確な永久磁石101の寸法出しと、永久磁石101と感磁性素子102との精密な位置決めが必要となる。

【0009】 この感磁性素子102はInSb薄膜等を

用い、特殊な半導体プロセスを必要とするため高価であり、その感度特性は周囲温度による特性変化が大きいため、温度補償回路が不可欠となり回路が複雑となる。

【0010】また、感磁性素子102とセンサ回路とをモノリシックICとして車載用に用いる場合には、フェールセーフシステムの思想に基づいてセンサの検出部は2重にしなければならず、2個のモノリシックICが本質的に必要となる。

【0011】次に、特開2000-186903号公報のような高周波磁気式のポジションセンサにおいては、定電圧 V_o でセンサコイル203a、203bを駆動し、コイルインピーダンスを Z とすると、コイル電流(V_o/Z)を測定している。すなわち、コイルインピーダンス Z が分母にあり、角度変化に対してコイルインピーダンス Z がリニアに変化したとしても、センサ出力であるコイル電流はリニアには変化せず、角度に対して双曲線的に変化することになる。

【0012】また、センサコイル203a、203bに可動金属体202の腕体202a、202bが貫入していない角度状態では、センサコイル203a、203bのコイルインピーダンスはコイル巻線のインピーダンスだけであってその温特(温度係数)の要素もコイル巻線のみとなる。しかし、センサコイル203a、203bに腕体202a、202bが貫入している角度状態では、センサコイル203a、203bのコイルインピーダンスは、コイル巻線のインピーダンスと、腕体202a、202bの貫入によるコイルインピーダンスの増加分(インダクタンスの増加分、渦電流損、ヒステリシス損など)がある。したがってその温度係数はインピーダンス増加分の各要因別に異なった温度係数の総合となるので、必然的にセンサコイル203a、203bに腕体202a、202bが貫入していない角度状態時の温度係数とは異なる。すなわち角度によって温度係数が変わるのである。したがって、センサ回路204の補正回路210でデジタルトリミングで温度補正を行うにしても、角度によってその増幅率を変えるという厄介な補正をしない限り正確な出力をECUに出力できない。

【0013】さらに、センサコイル203a、203bが弧状になっているために均等な巻線を形成することが困難であり、少なくとも弧の外側に密着整列巻線を形成することは不可能である。

【0014】本発明は、上記事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、精密な部品、組み立て、及び温度補償が不要で、変位に対する出力の十分なリニアリティを得ることができるポジションセンサを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、所定の周波数及び振幅の定電流を出力する定電流回路と、前記定電流を供給される検出コイルと、前記検出コイルに

対して前記検出コイルの巻軸方向に相対変位する金属体と、前記定電流及び前記検出コイルのインピーダンスにより決まる電圧信号を前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路とを備えることを特徴とする。

【0016】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記相対変位する金属体は、前記検出コイルの巻線内に貫入自在であることを特徴とする。

【0017】請求項3の発明は、コンデンサ及び検出コイルからなるLC共振回路と、前記検出コイルに対して前記検出コイルの巻軸方向に相対変位する金属体と、前記LC共振回路に帰還電流を供給して前記LC共振回路を励振する発振回路と、前記発振回路の発振振幅を所定の値とするために前記発振回路の負性コンダクタンスを制御することによって前記帰還電流を制御する負性コンダクタンス制御回路と、前記帰還電流に比例した電流出力を前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路とを備えることを特徴とする。

【0018】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記相対変位する金属体は、前記検出コイルの巻線内に貫入自在であることを特徴とする。

【0019】請求項5の発明は、請求項3または4の発明において、前記負性コンダクタンス制御回路は、前記発振回路の発振振幅に比例した直流信号と所定の直流電圧とを入力とする差動増幅器を具備し、前記差動増幅器の出力結果が前記直流信号は前記所定の直流電圧よりも小さい場合には、前記発振回路の負性コンダクタンスを増大させるように制御し、前記差動増幅器の出力結果が前記直流信号は前記所定の直流電圧よりも大きい場合には、前記発振回路の負性コンダクタンスを減少させるように制御することを特徴とする。

【0020】請求項6の発明は、請求項5の発明において、前記発振回路は前記負性コンダクタンスを形成して前記帰還電流の値を決定する抵抗を具備し、前記抵抗は少なくとも一部をMOSFETのドレインソース間抵抗で構成され、前記負性コンダクタンス制御回路は前記MOSFETのゲート電圧を制御し、前記ドレインソース間抵抗を可変とすることによって前記帰還電流を制御することを特徴とする。

【0021】請求項7の発明は、請求項3または4の発明において、前記発振回路は、前記LC共振回路の一端に直列接続されるエミッタを有したNPN型の第1のトランジスタと、ベースが前記第1のトランジスタのベースに接続されたNPN型の第2のトランジスタと、一端が接地されるとともに他端が前記第2のトランジスタのエミッタに接続された前記帰還電流の値を決定する抵抗と、前記第2のトランジスタのコレクタ電流を帰還電流として前記LC共振回路に帰還するカレントミラー回路とを備え、前記負性コンダクタンス制御回路は、所定の

定電圧を発生する定電圧回路と、前記定電圧よりも前記発振回路の発振振幅の方が大きい場合に前記帰還電流を少なくする制御回路とを備えることを特徴とする。

【0022】請求項8の発明は、請求項3または4の発明において、前記負性コンダクタンス制御回路は、前記発振回路の負性コンダクタンスを可変として前記帰還電流を制御することによって、前記発振回路の発振振幅をトランジスタのベース-エミッタ間電圧の2倍以下とすることを特徴とする。

【0023】請求項9の発明は、請求項3または4の発明において、前記負性コンダクタンス制御回路は、前記発振回路の負性コンダクタンスを可変として前記帰還電流を制御することによって、前記発振回路の発振振幅を0.1～0.7Vとすることを特徴とする。

【0024】請求項10の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルの巻線のターン数、巻線の巻ピッチ、及び前記検出コイルに入力される信号の周波数は、前記検出コイルの巻線が有するインピーダンス成分の温度係数と、前記金属体が前記検出コイルに相対変位することに起因する前記検出コイルのインピーダンス成分の温度係数とが等しくなる各値であることを特徴とする。

【0025】請求項11の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体は、前記検出コイルの巻線が有するインピーダンス成分の温度係数と、前記金属体が前記検出コイルに相対変位することに起因する前記検出コイルのインピーダンス成分の温度係数とが等しくなる材料で形成されることを特徴とする。

【0026】請求項12の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体に施された表面処理は、前記検出コイルの巻線が有するインピーダンス成分の温度係数と、前記金属体が前記検出コイルに相対変位することに起因する前記検出コイルのインピーダンス成分の温度係数とが等しくなる表面処理であることを特徴とする。

【0027】請求項13の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体は、少なくとも表面を体積抵抗率の温度係数が小さな材料で形成されることを特徴とする。

【0028】請求項14の発明は、請求項13の発明において、前記金属体は、少なくとも表面をニッケル-クロム合金、ニッケル-クロム-鉄合金、鉄-クロム-アルミ合金、銅-ニッケル合金、マンガニンのうちいずれかで形成されることを特徴とする。

【0029】請求項15の発明は、請求項13の発明において、前記金属体は、所望の長さに切断した電熱線を、曲げ加工して形成したことを特徴とする。

【0030】請求項16の発明は、請求項15の発明において、前記電熱線は、ニッケル-クロム合金、ニッケル-クロム-鉄合金、鉄-クロム-アルミ合金、銅-ニ

ッケル合金、マンガニンのうちいずれかで形成されることを特徴とする。

【0031】請求項17の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルの巻線は、ニクロム、マンガニン、銅-ニッケル合金のうちいずれかで形成されることを特徴とする。

【0032】請求項18の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルは、巻線と、所定の間隔毎に巻線位置決め用ガイドが形成された巻枠とで構成され、前記巻線は前記巻線位置決め用ガイドに沿って前記巻枠に巻回されることを特徴とする。

【0033】請求項19の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルの巻線はスプリングコイルであることを特徴とする。

【0034】請求項20の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体はパイプ状であることを特徴とする。

【0035】請求項21の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体は非金属の表面に金属板が取り付けられてなることを特徴とする。

【0036】請求項22の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、位置検出に必要な分解能を満たすビット数のデジタル信号であることを特徴とする。

【0037】請求項23の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号が出力してから前記位置情報に応じた時間を経て出力されるパルス信号とから構成されることを特徴とする。

【0038】請求項24の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号に続いて出力される前記位置情報に応じたデューティ比のパルス信号とから構成されることを特徴とする。

【0039】請求項25の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号を

デジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号に続いて出力される前記位置情報に応じたパルス幅のパルス信号とから構成されることを特徴とする。

【0040】請求項26の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号に続いて出力される前記位置情報に応じた数のパルス信号とから構成されることを特徴とする。

【0041】請求項27の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルを2つ具備し、前記2つの検出コイルは構造部材に取り付けられた同一の前記金属体を共用することを特徴とする。

【0042】請求項28の発明は、請求項1または2の発明において、前記検出コイルを2つ具備し、同一の前記定電流回路が所定の周波数及び振幅の定電流を前記2つの検出コイルに出力することを特徴とする。

【0043】請求項29の発明は、請求項27または28の発明において、前記各回路の能動回路はモノリシックICで構成したことを特徴とする。

【0044】請求項30の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体の端部から所定の長さの部分と、他の部分より磁束が通りやすくなったことを特徴とする。

【0045】請求項31の発明は、請求項30の発明において、前記金属体の端部から所定の長さの部分は、他の部分より太いことを特徴とする。

【0046】請求項32の発明は、請求項30の発明において、前記金属体の端部から所定の長さの部分は、他の部分より透磁率が高い材料で形成されることを特徴とする請求項30記載のポジションセンサ。

【0047】請求項33の発明は、請求項30の発明において、前記金属体の端部から所定の長さの部分は、他の部分より透磁率が高い材料で表面処理されたことを特徴とする。

【0048】請求項34の発明は、請求項33の発明において、前記金属体は端部から所定の長さの部分の表面にパーマロイめっきを施した電磁ステンレスからなることを特徴とする。

【0049】請求項35の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体の端部は、面取り処理を行ってエッジを除去したことを特徴とする。

【0050】請求項36の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルは所定の曲率で湾曲した形状を有しており、前記検出コイルを固定し、前

記検出コイルの曲率変化を矯正する手段を有するハウジングを備えることを特徴とする。

【0051】請求項37の発明は、請求項36の発明において、前記ハウジングは前記検出コイルの内側半径部分の少なくとも一部に当接することによって、前記検出コイルの曲率変化を矯正することを特徴とする。

【0052】請求項38の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルを巻回した巻棒を備え、組み立て前に前記コイルと巻棒とを樹脂モールドしたことを特徴とする。

【0053】請求項39の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、2つの前記検出コイルを各々巻回した2つの巻棒を備え、組み立て前に2つの前記コイルと2つの前記巻棒とを一体に樹脂モールドしたことを特徴とする。

【0054】請求項40の発明は、請求項2または4の発明において、2つの前記検出コイルを備え、前記検出コイルに貫入する2つの前記金属体を一体に樹脂モールドしたことを特徴とする。

【0055】請求項41の発明は、請求項2または4の発明において、同一の曲率で湾曲した2つの前記検出コイルと、回転軸を中心に回転することで前記2つの検出コイルに各々貫入し、同一の曲率で湾曲した2つの前記金属体とを備え、2つの前記検出コイルは、前記金属体の回転軸方向に重ねて配置されることを特徴とする。

【0056】請求項42の発明は、請求項2または4の発明において、互いに異なる曲率で湾曲した2つの前記検出コイルと、回転軸を中心に回転することで前記2つの検出コイルに各々貫入し、互いに異なる曲率で湾曲した2つの前記金属体とを備え、2つの前記検出コイルは、前記金属体の回転軸に対して同一回転角度上、且つ同一平面上に配置されることを特徴とする。

【0057】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0058】（実施形態1）本実施形態のポジションセンサの検出コイルの断面構造、回路構成を、図1、2に各々示す。

【0059】ポジションセンサは、中空の巻棒10に巻回された検出コイル2と、検出コイル2の巻軸方向Xに変位して巻棒10の中空部分に貫入する金属体1と、所定の周波数及び振幅の定電流I_dを検出コイル2に出力する定電流回路3と、定電流回路3が出力する定電流I_d及び検出コイル2のインピーダンスZにより決まる検出コイル2の両端電圧を金属体1と検出コイル2との位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路4とを備える。

【0060】定電流回路3は、定電圧をエミッタに接続し、コレクタを交流電源J1に接続して、コレクターゲート間を短絡したPNP型のトランジスタQ1と、定電

圧をエミッタに接続し、コレクタを検出コイル 2 に接続して、ゲートをトランジスタ Q1 のゲートと接続した PNP 型のトランジスタ Q2 とを備えて、検出コイル 2 に定電流 I_d を出力する。本実施形態ではこのように定電流回路 3 を構成しているが、他の構成の定電流回路であってもよい。

【0061】本実施形態では、検出コイル 2 の両端電圧は、定電流 $I_d \times$ 検出コイル 2 のインピーダンス Z で表され、検出コイル 2 のインピーダンス Z が、検出コイル 2 に対する金属体 1 の変位量（金属体 1 が回転運動する場合には金属体 1 の角度）に対してリニアに変化するならば、検出コイル 2 の両端電圧も検出コイル 2 に対する金属体 1 の変位量に対してリニアに変化する。したがって、検出コイル 2 のインピーダンス Z が、検出コイル 2 に対する金属体 1 の変位量に対してリニアに変化するならば、ポジション信号も検出コイル 2 に対する金属体 1 の変位量に対してリニアに変化し、変位に対する出力の十分なリニアリティを得ることができる。また、図 35 のような永久磁石と感磁性素子とを用いる方式と比較すると、精密な部品、組み立て、及び温度補償が不要となる。

【0062】なお、金属体 1 は検出コイル 2 の巻棒 10 の中空部分に貫入する構成でなくてもよく、金属体 1 は検出コイル 2 の巻軸方向 X に変位して検出コイル 2 に近接する構成であってもよい。

【0063】また、金属体 1 と検出コイル 2 との間の相対変位であるので、金属体 1 と検出コイル 2 とのどちらが巻軸方向 X に変位してもよい。

【0064】（実施形態 2）本実施形態のポジションセンサの検出コイルの断面構造、回路ブロック、回路構成を、図 3、4、6 に各々示す。

【0065】検出コイル 2 の構造は、実施形態 1 と同様に、中空の巻棒 10 に巻回された検出コイル 2 と、検出コイル 2 の巻軸方向 X に変位して巻棒 10 の中空部分に貫入する金属体 1 とから構成される。

【0066】ここで、図 5 は近接スイッチの回路ブロックを示しており、本実施形態のポジションセンサは近接スイッチと同じ考え方を利用している。近接スイッチにおいては、検出コイル 2' とコンデンサ C1' とを並列に接続した LC 共振回路が制御回路 8 に接続されており、この LC 共振回路は、制御回路 8 から出力される帰還電流 I_f によって発振を持続される。

【0067】ここで、検出コイル 2' はコンダクタンス G_c を有し、制御回路 8 は負性コンダクタンス G_{osc} を有しており、負性コンダクタンス G_{osc} は、制御回路 8 の発振振幅 V_t 、帰還電流 I_f より $-I_f/V_t$ で表される。

【0068】そして、検出コイル 2' のコンダクタンス G_c が制御回路 8 の負性コンダクタンス G_{osc} の絶対値より大きいと発振条件は成立しなくなり、発振は停

止する。逆にコンダクタンス G_c が負性コンダクタンス G_{osc} の絶対値より小さいと発振条件は成立し、発振する。近接スイッチにおいては、負性コンダクタンス G_{osc} は所定の設定値であって、コンダクタンス G_c が金属体の移動と共に変化することによって、発振したり、発振停止したりする。

【0069】次に図 4 にその回路ブロックを示すポジションセンサは、検出コイル 2 とコンデンサ C1 とを並列に接続した LC 共振回路と、LC 共振回路に帰還電流 I_f を供給して LC 共振回路を励振する発振回路 5 と、帰還電流 I_f を検波する検波回路 6 と、発振回路 5 の負性コンダクタンス G_{osc} を制御することによって帰還電流 I_f を制御する負性コンダクタンス制御回路 7 と、帰還電流 I_f に比例した電流出力を金属体 1 と検出コイル 2 との位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路 4 とを備えており、検出コイル 2 はコンダクタンス G_c を有する。

【0070】以下、本実施形態のポジションセンサの動作について説明する。

【0071】まず、検出コイル 2 のコンダクタンス G_c の変化に合わせて発振回路 5 の負性コンダクタンス G_{osc} を制御し、常に発振条件が成立するか否かの限界状態にする。その手段としては発振振幅 V_t をモニタし、発振振幅 V_t を所定の値（かなり小さい値）に合わせるように負性コンダクタンス G_{osc} を制御するのである。ここで、所定の振幅で負性コンダクタンス G_{osc} が変化するという事は、帰還電流 I_f が変化することである。そこで帰還電流 I_f を検波すれば、負性コンダクタンス G_{osc} を検波していることになり、さらに常に発振条件が成立するか否かの限界状態にあることから負性コンダクタンス $G_{osc} \leftarrow$ コンダクタンス G_c であるので、コンダクタンス G_c を検波していることになる。

【0072】検出コイル 2 のインピーダンス Z は、図 10 に示すように直流抵抗成分 R_s と交流抵抗成分 L_s との直列回路、及びインダクタンス成分 L_p とコンダクタンス成分 G との並列回路のようにも表され、インピーダンス Z はこれら複数の各要素を合計したものである。本実施形態においては、コンダクタンス成分 G のみに注目しているので、コンダクタンス G の温度係数のみ制御できればよいというメリットがある。

【0073】図 6 は本実施形態の具体的な回路構成を示しており、発振回路 5 は、コレクターベース間を短絡した NPN 型のトランジスタ Q5 と、トランジスタ Q5 のコレクタに接続したバイアス回路 B1 と、制御電圧を各エミッタと接続してカレントミラー回路を構成する PNP 型のトランジスタ Q3、Q4 と、ベースをトランジスタ Q5 のベースと接続し、コレクタをトランジスタ Q4 のコレクタと接続し、エミッタを帰還電流 I_f を調節する抵抗 R_1 及び可変抵抗 VR_1 の並列回路に接続してエ

ミッタフォロワを構成するNPN型のトランジスタQ6とから構成されて、トランジスタQ5のエミッタは、一端を接地した検出コイル2及びコンデンサC1を並列に接続したLC共振回路に接続し、検出コイル2はコンダクタンスGcを有する。

【0074】検波回路6はNPN型のトランジスタQ7で構成され、トランジスタQ7のベースはバイアス回路B1に接続され、コレクタは制御電圧に接続される。負性コンダクタンス制御回路7は、反転入力端子にトランジスタQ7のエミッタ、抵抗R2、コンデンサC2を接

続され、非反転入力端子に直流電源E1を接続されたコンパレータCP1で構成され、コンパレータCP1の出力に応じた抵抗値に可変抵抗VR1の抵抗値は変化する。

【0075】信号処理回路4は、エミッタを制御電圧に接続し、ゲートをトランジスタQ3、Q4のゲートに接続したPNP型のトランジスタQ8と、トランジスタQ8のコレクタに接続したコンデンサC8、抵抗R3の並列回路とから構成され、抵抗R3の両端電圧がポジション信号Voutとして出力される。

【0076】次にこの回路の動作について説明する。

【0077】LC共振回路の両端には、検出コイル2のインダクタンス値とコンデンサC1の静電容量値とから決まる周波数の発振電圧が生じ、トランジスタQ3から帰還電流Ifを正帰還することによって発振を継続させている。その発振振幅Vtを、コレクタとベースを短絡してダイオード接続したトランジスタQ5のベース-エミッタを介してトランジスタQ6のベースに入力すると、トランジスタQ6のベースに入力した電流に応じて、トランジスタQ6のコレクタ電流は流れ、そのコレクタ電流に応じてトランジスタQ3、Q4からなるカレントミラー回路の作用によって帰還電流IfがLC共振回路に正帰還される。このとき、トランジスタQ6はエミッタフォロワに構成されており、トランジスタQ6のエミッタ電位（抵抗R1と可変抵抗VR1の並列回路の電位）に応じて、帰還電流Ifの電流値は制御される。

【0078】そして、負性コンダクタンス制御回路7の差動増幅器であるコンパレータCP1は、検波回路6を介して反転入力端子に入力された発振振幅Vtに比例した直流信号と、しきい値である直流電源E1の電圧値とを比較して、その比較結果を可変抵抗VR1の制御端に出力する。

【0079】可変抵抗VR1は、比較結果が発振振幅Vtはしきい値よりも小さい場合には、発振回路5の負性コンダクタンスGoscを増大させるように制御されて、即ち抵抗値は小さくなる。比較結果が発振振幅Vtはしきい値よりも大きい場合には、発振回路5の負性コンダクタンスGoscを減少させるように制御されて、即ち抵抗値は大きくなる。そして、可変抵抗VR1の抵抗値を小さくすると、帰還電流Ifは増大して発振振幅

Vtは大きくなり、可変抵抗VR1の抵抗値を大きくすると、帰還電流Ifは低減して発振振幅Vtは小さくなる。

【0080】このように発振振幅Vtを所定の値に合わせるために、可変抵抗VR1の抵抗値を変化させて負性コンダクタンスGoscを制御している。

【0081】また、信号処理回路4は、トランジスタQ8を介して帰還電流Ifに比例した電流Ioutを抵抗R3に流し込み、抵抗R3の両端電圧をポジション信号Voutとして出力する。

【0082】このように、ポジション信号Voutは、帰還電流Ifに比例している。また、発振回路5の負性コンダクタンスGoscが、検出コイル2に対する金属体1の変位量（金属体1が回転運動する場合には金属体1の角度）に対してリニアに変化するならば、帰還電流Ifも検出コイル2に対する金属体1の変位量に対してリニアに変化する。したがって、ポジション信号Voutは発振回路5の負性コンダクタンスGoscに比例し、負性コンダクタンスGoscが検出コイル2に対する金属体1の変位量に対してリニアに変化するならば、ポジション信号Voutも検出コイル2に対する金属体1の変位量に対してリニアに変化し、変位に対する出力の十分なリニアリティを得ることができて、精密な部品、組み立て、及び温度補償が不要となる。

【0083】次に、図7に示す回路構成は、図6に示した回路構成と同様であるが、可変抵抗VR1をMOSFETT1に置き換えた点が異なり、ゲートに印加されるコンパレータCP1の出力によってドレイン-ソース間抵抗を変化させて負性コンダクタンスGoscを制御している。なおMOSFETT1と抵抗R1とは並列接続しても、直列接続してもよい。

【0084】図8(a)は、MOSFETT1のドレイン-ソース間電圧Vdsとドレイン電流Idとの関係を示し、ゲート-ソース間電圧Vgsが1V、2V、3Vの時に曲線Y1、Y2、Y3が各々対応する。線形領域S1でのドレイン電流Idを求める式は、 $I_d = k \times \{(V_{gs} - V_{th}) \times V_{ds} - V_{ds}^2 / 2\}$ で表される（Vds：ドレイン-ソース間電圧、Vgs：ゲート-ソース間電圧、Vth：しきい値電圧、k：酸化膜容量、ゲート長、ゲート幅、電子移動度で決まる定数）。したがって、MOSFETの製造でしきい値電圧Vthの設定を適切に行えば、ドレイン-ソース間電圧Vdsが小さい領域（例えば0.5V以下）において、ドレイン-ソース間電圧Vdsとドレイン電流Idとを略比例関係で変化させることができ、しかもその傾き（オン抵抗の逆数になる）をゲート-ソース間電圧Vgsで制御することが可能となる。

【0085】さらに、発振回路5では、発振振幅Vtが大きくなると帰還電流Ifも比例的に大きくなる。したがって図6に示す回路構成では、発振時の安定状態にお

いて発振振幅 V_t は大振幅となるが、図 7 に示す MOS FET T1 を用いた回路構成では、発振振幅 V_t がある程度以上の大振幅になると（すなわちドレインソース間電圧 V_{ds} が大きくなると）、ドレイン電流 I_d は飽和するのでそれ以上振幅が大きくなることはない。

【0086】図 8 (b) は、バイポーラトランジスタのコレクターエミッタ間電圧 V_{ce} とコレクタ電流 I_c との関係を示し、ベース電流 I_b が $20\mu A$ 、 $50\mu A$ 、 $100\mu A$ の時に曲線 Y4、Y5、Y6 が各々対応し、線形領域は S2 に対応する。ベース電流 I_b を適当に変化させたとしても、コレクタ電流 I_c がコレクターエミッタ間電圧 V_{ce} に対して略直線的に変化するの、せいぜいコレクターエミッタ間電圧 V_{ce} が 0.2V 程度以下の領域に限られてしまう。したがって、コレクターエミッタ間電圧 V_{ce} が 0.2V 程度以下の振幅しか用いないのであればベース電流 I_b を制御してバイポーラトランジスタを可変抵抗として MOS FET T1 と同様に用いることができるが、コレクターエミッタ間電圧 V_{ce} の振幅が小さすぎると信号処理が難しくなる。また、コレクターエミッタ間電圧 V_{ce} が 0.2V 以上の

振幅となると可変抵抗として動作ができなくなるので、負性コンダクタンス G_{osc} を制御することが難しくなる。

【0087】図 9 は、発振振幅 V_t を所定の値に合わせるための別の回路構成である。

【0088】まず構成について説明する。発振回路 5 は、コレクターベース間を短絡した NPN 型のトランジスタ Q5 と、トランジスタ Q5 のコレクタに接続したバイアス回路 B1 と、制御電圧を各エミッタと接続してカレントミラー回路を構成する PNP 型のトランジスタ Q3、Q4 と、ベースをトランジスタ Q5 のベースと接続し、コレクタをトランジスタ Q4 のコレクタと接続し、エミッタを帰還電流 I_f を調節する抵抗 R1 に接続してエミッタフォロウを構成する NPN 型のトランジスタ Q6、コレクタをトランジスタ Q6 のエミッタに接続し、エミッタを制御電圧に接続した PNP 型トランジスタ Q9 とから構成されて、トランジスタ Q5 のエミッタは、一端を接地した検出コイル 2 及びコンデンサ C1 を並列に接続した LC 共振回路に接続している。

【0089】負性コンダクタンス制御回路 7 は、コレクタをトランジスタ Q9 のベースに接続し、ベースをトランジスタ Q5、Q6 のベースに接続した NPN 型のトランジスタ Q10 と、一端をトランジスタ Q10 のエミッタに接続し他端を設置した抵抗 R4 と定電圧源 E2 との直列回路とから構成される。

【0090】信号処理回路 4 は、エミッタを制御電圧に接続し、ゲートをトランジスタ Q3、Q4 のゲートに接続した PNP 型のトランジスタ Q8 と、トランジスタ Q8 のコレクタに接続したコンデンサ C3、抵抗 R3 の並列回路とから構成され、抵抗 R3 の両端電圧がポジシ

ン信号 V_{out} として出力される。

【0091】次にこの回路の動作について説明する。

【0092】検出コイル 2 の両端には、検出コイル 2 のインダクタンス値とコンデンサ C1 の静電容量値とから決まる周波数の発振電圧が生じ、トランジスタ Q3 から帰還電流 I_f を正帰還することによって発振を持続させている。その発振振幅 V_t を、コレクタとベースを短絡してダイオード接続したトランジスタ Q5 のベースエミッタを介してトランジスタ Q6 のベースに入力すると、トランジスタ Q6 のベースに入力した電流に応じて、トランジスタ Q6 のコレクタ電流は流れ、そのコレクタ電流に応じてトランジスタ Q3、Q4 からなるカレントミラー回路の作用によって帰還電流 I_f が LC 共振回路に正帰還される。このとき、トランジスタ Q6 はエミッタフォロウに構成されており、トランジスタ Q6 のエミッタ電位（抵抗 R1 の電位）に応じて、帰還電流 I_f の電流値は制御される。

【0093】そして、発振振幅 V_t が定電圧源 E2 の定電圧を超えた場合、発振振幅 V_t の電位を有したトランジスタ Q10 のエミッタ電位も定電圧を超えることになる。このとき、トランジスタ Q10 は抵抗 R4 にコレクタ電流を流すように動作し、それによってトランジスタ Q9 にベース電流が流れるように制御され、コレクタ電流を抵抗 R1 に流すようになる。

【0094】こうして、抵抗 R1 にトランジスタ Q9 のコレクタ電流が流れることにより、抵抗 R1 の両端電位差が大きくなり、トランジスタ Q6 のエミッタ電位が上昇する。すると、トランジスタ Q6 のベースエミッタ間電位差が小さくなって、トランジスタ Q6 のコレクタ電流が小さくなる。したがって、トランジスタ Q6 のコレクタ電流がトランジスタ Q3、Q4 を備えるカレントミラー回路により折り返されてなる LC 共振回路への帰還電流 I_f も小さくなり、発振振幅 V_t が減少する。

【0095】このように図 9 に示す回路においても、結局は総合的に見たコンダクタンス G_{osc} を制御することによって、発振振幅 V_t を所定の値に制御している。

【0096】また、信号処理回路 4 は、トランジスタ Q8 を介して帰還電流 I_f に比例した電流 I_{out} を抵抗 R3 に流し込み、抵抗 R3 の両端電圧をポジション信号 V_{out} として出力する。

【0097】ここで、図 6、7、9 に示す回路を IC 回路化した場合には、NPN 型のトランジスタ Q5 のコレクタ電位が $-V_{be}$ (V_{be} はベースエミッタ間電位差) を下回って負電位としてはならない。すなわち、トランジスタ Q5 のコレクタの電位は、接地電位を基準として正弦波状に変動する発振振幅 V_t よりも V_{be} だけ高くシフトした電位をとるのであるから、発振振幅 V_t が $2V_{be}$ を超えてはならないという制約と同じである。この制約の理由は、IC 回路化した場合には、NPN トランジスタは、IC チップ上では、N 型エピタキシャル

層として形成される。このN型エピタキシャル層は、接地電位に接続されたP型サブストレートと接しているために、NPN型であるトランジスタQ5のコレクタ電位が $-V_{be}$ よりも小さくなると、トランジスタQ5のPN接合が順方向にバイアスされることになり、寄生ダイオードが導通してしまう。実際には、P型サブストレートから寄生的に電流が流れ出すことにより、寄生ダイオードの導通のみならず、ICチップ上の他の回路部分にも悪影響を及ぼす恐れがあるためである。

【0098】また、発振振幅 V_t が大きいと発振条件成立限界から遠くなり、振幅が小さすぎると扱いにくい。負性コンダクタンス制御回路7が発振振幅 V_t を0.1~0.7Vとなるように制御すれば、発振条件が成立限界に近く、且つ検波、信号処理に適している。

【0099】なお、金属体1は検出コイル2の巻棒10の中空部分に貫入する構成でなくてもよく、金属体1は検出コイル2の巻軸方向Xに変位して検出コイル2に近接する構成であってもよい。

【0100】さらに、金属体1と検出コイル2との間の相対変位であるので、金属体1と検出コイル2とのどちらが巻軸方向Xに変位してもよい。

【0101】（実施形態3）本実施形態のポジションセンサの構成は実施形態1または実施形態2と同様であり、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

【0102】本実施形態では、検出コイル2のインピーダンスZの温度変化が、金属体1と検出コイル2との相対変位によって変わらないようにするための温度補償の方法について説明する。

【0103】まず、温度補償の第1の方法として、金属体1が検出コイル2に貫入していない場合のインピーダンスZの温度係数を金属体1が検出コイル2に貫入した場合の温度係数に合わせる方法について説明する。

【0104】検出コイル2のインピーダンスZは図10(a)に示すように抵抗成分 R_s とインダクタンス成分 L_s との直列回路と等価であり、図10(b)に示すようにインダクタンス成分 L_p とコンダクタンス成分Gとの並列回路と等価である。

【0105】インダクタンス成分 L_s には表皮効果による成分があり、表皮厚さが十分薄く、周波数一定の場合の表皮効果は体積抵抗率 ρ の $1/2$ 乗に比例するので、温度係数も体積抵抗率 ρ の $1/2$ 乗の影響を受ける。図11は、表皮効果による銅線の抵抗値変動を示すグラフで、周波数と銅線の抵抗値との関係を示す。線径が0.32mm, 0.16mm, 0.10mm, 0.07mmの時に曲線Y7, Y8, Y9, Y10が各々対応しており、表皮効果の影響で、コイルの線径と周波数により抵抗の変化の具合が変わる。

【0106】また、抵抗成分 R_s の温度係数は、巻線材の体積抵抗率 ρ の温度係数に大きく依存し、抵抗成分R

sは近接効果の影響も受けている。

【0107】図12は、近接効果による銅線の抵抗値変動を示すグラフで、周波数と銅線の抵抗値との関係を示す。線径及び巻数が0.16mm 40T, 0.07mm 60Tの時に曲線Y11, Y12が各々対応している。近接効果は、コイルの巻線の巻きピッチが狭い場合に、電流が巻線内を一樣に流れなくなる現象であり、巻線ピッチが狭いほど影響が強いが、線径によっても影響は異なる。近接効果による成分は、体積抵抗率 ρ の -1 乗の依存性があるので、その温度係数も体積抵抗率 ρ の -1 乗の影響を受ける。

【0108】すなわち、線径が太いか、あるいは周波数が高い場合、表皮効果、近接効果により、金属体1が貫入していない時のインピーダンスZまたはコンダクタンスGの温度係数が小さくなる。

【0109】したがって、巻線材の体積抵抗率 ρ 、線径、巻数、巻きピッチ及び周波数を適切に設定することにより、金属体1が貫入していない変位状態での直流抵抗成分、表皮効果成分、近接効果成分のバランスを制御して、検出コイル2のインピーダンスZまたはコンダクタンスGの温度係数を小さくすることができるので、変位量によって温度係数が変わるという従来の問題点を解消することができる。

【0110】銅は体積抵抗率 ρ の温度係数が非常に大きいため、巻線材としては銅よりも体積抵抗率 ρ の温度係数が小さいものを選択することが望ましい。具体的には、ニクロム、マンガン、銅-ニッケル合金のうちいずれかで検出コイル2の巻線を形成すればよい。特に銅-ニッケル合金は、その成分比を変えることで体積抵抗率 ρ の値を制御できるので好適である。

【0111】次に、金属体1が検出コイル2に貫入している場合のインピーダンスZの温度係数を金属体1が検出コイル2に貫入していない場合の温度係数に合わせる温度補償の第2の方法について説明する。

【0112】金属体1が検出コイル2に貫入することによる検出コイル2のインピーダンスZやコンダクタンスGの増加は、その金属体1の体積抵抗率 ρ 、透磁率 μ に起因する。したがって、その温度係数も金属体1の体積抵抗率 ρ 、透磁率 μ の温度係数に関係するのであるから、金属体1が検出コイル2に貫入している場合の温度係数を、金属体1が検出コイル2に貫入していない場合の温度係数に合わせるように適した体積抵抗率 ρ 、透磁率 μ を有する金属体1を選択する、または金属体1の表面が適した体積抵抗率 ρ 、透磁率 μ となるような表面処理を施せばよい。

【0113】ここで、一般にポジションセンサを使用する雰囲気温度はせいぜい120~130℃であり、その雰囲気温度よりも金属体1のキュリー温度は十分に高い。透磁率 μ は、キュリー温度付近で急激に小さくなる特性を有しており、逆にポジションセンサを使用する温

度領域では透磁率 μ はほとんど変化しない。

【0114】したがって、検出コイル2のインピーダンス Z やコンダクタンス G の増加に起因するもう1つの要素である体積抵抗率 ρ の変化が小さな材料で少なくともその表面が形成された金属体1を用いることによって、インピーダンス Z やコンダクタンス G の温度係数を小さくして、検出コイル2のインピーダンス Z やコンダクタンス G の温度による変動を小さくすることができる。

【0115】例えば、実施形態1の検出コイル2のインピーダンス変化によって位置検出を行うポジションセンサでは、このインピーダンスの内訳の大部分はインダクタンスであり、検出コイル2に定電流が流れて発生する磁界は検出コイル2の軸方向となる。すると、この軸方向の磁界を消そうとする環状の電流（いわゆる渦電流）が金属体1の内部に流れる。この環状電流は検出コイル2のインダクタンスを低下させる作用があり、大きさは印加される磁界の大きさや周波数（定電流、固定周波数であれば変動しない）以外に、金属体1の体積抵抗率が関係する。すなわち金属体1の体積抵抗率が大きいほど環状電流は小さくなり、インダクタンスを低下させる作用は小さくなる。それゆえ、金属体の体積抵抗率に温度特性があればインダクタンスにも温度特性ができ、インダクタンスの温度特性はインピーダンスの温度特性に大きく影響する。

【0116】実際に検出コイル2をインピーダンス要素として用いる場合には検出コイル2に供給する電流は数十KHz～数百KHzで駆動することが多いので、その周波数では検出コイル2が発生する磁界は金属体1の内部には届かず、表面付近に集まることになる。

【0117】そこで、体積抵抗率 ρ の小さな材料であるニッケルクロム合金、ニッケルクロム鉄合金、鉄クロムアルミ合金、銅ニッケル合金、マンガニンのうちいずれかで金属体1の少なくとも表面を形成すればよい。これらの材料は電熱用材料と呼ばれており、抵抗の温度係数が小さく、また、鉄やニッケルは磁性材料なので合金としても磁性を有するものがあり、したがって検出コイル2のインピーダンス変化が大きく取れる。

【0118】なお、実施形態2においても同様に金属体1の表面付近での体積抵抗率で環状電流の大きさが決まるため、金属体1の表面付近の体積抵抗率の温度特性が重要になる。

【0119】しかしながら、表面だけでなく、バルク状に形成した体積抵抗率の小さい金属体1であれば、より優れた温度特性を有することができる。この場合、ニッケルクロム合金、ニッケルクロム鉄合金、鉄クロムアルミ合金、銅ニッケル合金、マンガニン等の電熱用材料を用いることになるが、これらは、平板から打ち抜きで金属体1の形状を得るには材料ロスが多くなって高価になる。そこで、これらの材料は電熱線として市場に出回っていることから、ニッケルクロム合金、

ニッケルクロム鉄合金、鉄クロムアルミ合金、銅ニッケル合金、マンガニン等からなる電熱線を必要な長さに切断した後、必要な曲げ加工（または伸ばし加工）を施して用いると経済的であり、無用な産業廃棄物の発生を防ぐことができる。

【0120】また、上記温度補償の第1の方法と第2の方法との両者を組み合わせることにより、効果的に温度補償を行うことができる。

【0121】なお、本発明の記述において、金属体1が検出コイル2に貫入した場合と貫入していない場合との各温度係数について、「温度係数を合わせる」、「温度係数が等しい」という記述があるが、これは、温度係数の値の完全一致を意味するものではなく、設計的に意図されたものであり、且つ両者の温度係数の値が実用上十分近接しているという意味である。

【0122】（実施形態4）本実施形態のポジションセンサの構成は実施形態1または実施形態2と同様であり、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

【0123】本実施形態では、検出コイル2、及び金属体1の各構造について説明する。

【0124】図13（a）は、検出コイル2を巻回する巻枠10の外観図を示し、円弧状に形成された中空のボビン11とボビン11の両端に設けて検出コイル2の移動を制限する円環12とから構成され、ボビン11には所定の間隔毎に巻線位置決め用ガイド10aが形成されており、検出コイル2は巻線位置決め用ガイド10aに沿って巻枠10に巻回すればよく、したがって、弧状に形成した検出コイル2に均等な巻線を容易に形成でき

る。

【0125】さらに、密着整列巻線を形成しない場合、例えば所望のインダクタンス値とストロークとの関係を満足させるため、または巻線仕上がり径のばらつき影響による検出コイル2の特性ばらつきを減少させるため、または巻線ピッチを適当に選択して近接効果成分を制御するために密着整列巻線を形成しない場合でも、出力直線性を最良とするための所望の巻線形状にすることができる。また、巻線位置決め用ガイドは、図13（b）のように所定の間隔毎に円環12ガイド10aを形成した鏑状または突起状であってもよい。

【0126】図14はボビン11、検出コイル2の外観図を示し、検出コイル2はスプリングコイルで形成されており、そのスプリングコイルは引張り型または圧縮型のいずれでもよい。そして、ボビン11の両端に設けた係止部11aに検出コイル2の先端を固定して位置決めする。スプリングコイルはまっすぐな軸を用いて形成した後、湾曲軸に移して形成すればよく、検出コイル2の製造にかかる時間を短縮することができる。

【0127】図15は、金属体1を中空のパイプ状に形成した例を示し、バルク状に形成するのに比べて低コス

ト化、軽量化が可能になる。特に高周波で用いる場合には、検出コイル 2 のインピーダンスに関与するのはほとんど金属体 1 の表面であるので中空であっても特性に大きな影響を与えない。

【0128】図 16 は、金属体 1 を、非金属の心材 1b と心材 1b の表面に取り付けた金属板（または金属箔）1c とで構成した例を示し、バルク状に形成するのに比べて低コスト化、軽量化が可能になる。特に高周波で用いる場合には、検出コイル 2 のインピーダンスに関与するのはほとんど金属体 1 の表面であるので金属板（又は金属箔）1 が薄板、または箔体であってもよい。

【0129】（実施形態 5）本実施形態のポジションセンサの構成は実施形態 1 または実施形態 2 と同様であり、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

【0130】本実施形態では、信号処理回路 4 が出力するポジション信号 V_{out} の構成について説明する。

【0131】ポジションセンサの信号を受けて処理するシステムである ECU がデジタル回路である場合、ポジション信号 V_{out} がアナログ信号であると余計な A/D 変換や D/A 変換を繰り返すことにより誤差が生じ、且つ応答遅れを伴うが、ポジション信号 V_{out} がデジタル信号であればアナログ信号のような前記問題はなく、さらに信号伝達の際の外部ノイズの影響を受けにくい。そこで、信号処理回路 4 が出力するポジション信号 V_{out} をデジタル信号で構成した例を示す。信号処理回路 4 は、金属体 1 と検出コイル 2 との位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路（図示なし）を具備している。

【0132】図 17 は、信号処理回路 4 が出力するポジション信号 V_{out} の第 1 の例を示し、ポジション信号 V_{out} は、基準パルス V_r のパルス幅 3 個分の幅 T_1 を有する出力開始信号と、出力開始信号が出力してから位置情報に応じた時間 T_2 を経て出力されるパルス信号とから構成される。ECU 側では出力開始信号のパルス幅 T_1 と、パルス信号が表れるまでの時間 T_2 とをタイマで測定することによって、金属体 1 と検出コイル 2 との相対位置を判断することができる。

【0133】図 18 は、信号処理回路 4 が出力するポジション信号 V_{out} の第 2 の例を示し、ポジション信号 V_{out} は、基準パルス V_r のパルス幅 3 個分の幅を有する出力開始信号と、出力開始信号に続いて出力される位置情報に応じた数のパルス信号とから構成される。

【0134】ECU 側では出力開始信号に続くパルス信号の数をカウンタで計数することによって、金属体 1 と検出コイル 2 との相対位置を判断することができる。

【0135】図 19 は、信号処理回路 4 が出力するポジション信号 V_{out} の第 3 の例を示し、ポジション信号 V_{out} は、位置情報に応じたデューティ比のパルス信

号とから構成され、そのデューティ比のオン、オフ時間は基準パルス V_r のパルス数によって各々決められる。

【0136】ECU 側では周期とパルス幅とをタイマで計測することによって、金属体 1 と検出コイル 2 との相対位置を判断することができる。

【0137】なお、必要ビット数のデジタル出力を確保するとポジションセンサ ECU 間の配線数が増えてしまうが、図 17～19 に示す例によれば信号線は 1 本で済む。また、ポジション信号 V_{out} は、位置情報に応じたパルス幅のパルス信号とから構成されてもよい。さらに、信号線の数が増えなければ、ポジション信号 V_{out} を位置検出に必要な分解能を満たすビット数のデジタル信号で構成してもよい。

【0138】（実施形態 6）本実施形態のポジションセンサの検出コイルの断面構造、回路構成を、図 20、21 に各々示す。

【0139】本実施形態のポジションセンサは、自動車用（例えばアクセルペダルポジションの検出等）に使用することを考慮して、フェールセーフシステムの思想に基づいてセンサの検出部を 2 重にしたものである。

【0140】ポジションセンサは、中空の巻棒 10a、10b に各々巻回されて巻軸方向に対向して配置された検出コイル 2a、2b と、検出コイル 2a、2b の巻軸方向 X に変位して巻棒 10a、10b の中空部分に貫入する金属体 1 と、所定の周波数及び振幅の定電流 I_{da} 、 I_{db} を検出コイル 2a、2b に各々出力する定電流回路 3 と、定電流回路 3 が出力する定電流 I_{da} 及び検出コイル 2a のインピーダンス Z_a により決まる検出コイル 2a の両端電圧を金属体 1 と検出コイル 2a との位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路 4a と、定電流回路 3 が出力する定電流 I_{db} 及び検出コイル 2b のインピーダンス Z_b により決まる検出コイル 2b の両端電圧を金属体 1 と検出コイル 2b との位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路 4b とを備える。

【0141】動作については実施形態 1 で説明した図 1、2 に示すポジションセンサと同様なので省略する。

【0142】本実施形態においては、2 つの検出コイル 2a、2b は構造部材（図示なし）に取り付けられた同一の金属体 1 を共用すること、同一の定電流回路 3 が所定の周波数及び振幅の定電流 I_{da} 、 I_{db} を 2 つの検出コイル 2a、2b に各々出力することによって、検出部の 2 重化に伴うコストアップを低減することができる。

【0143】また、定電流回路 3、信号処理回路 4a、4b の能動回路部をモノリシック IC で構成すれば、IC 部は最もコストの高い部品であるので、検出部の 2 重化に伴うコストアップをさらに低減することができる。

【0144】（実施形態 7）本実施形態では、出力の直線性の改善について説明する。本実施形態のポジション

センサの回路構成は実施形態 1 と同様であり、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

【0145】本実施形態のポジションセンサの上面図を図 22 に、図 22 の A-A' 断面図を図 23 に各々示し、検出コイル 2 の断面図を図 24 に示す。ポジションセンサは、断面コの字型で、コの字の内側にコーティング 17 を施し、一定の曲率で湾曲した湾曲巻棒 18 に巻回された検出コイル 2 と、湾曲した検出コイル 2 の中心を回転軸とする円柱体の外側に突部 13a を形成した可動ブロック 13 と、突部 13a に一端を接続し、検出コイル 2 の中空部分に貫入する一定の曲率で湾曲した磁性材料からなる金属体 1 と、検出コイル 2 の曲率変化を矯正するための曲率矯正用部材 15 と、固定面上に各部品を配置して固定するハウジング 14 とを備える。なお、本実施形態において、湾曲巻棒 18 の断面形状は、射出成形等によって形成が容易なコの字型にしたが、他の形状であってもよい。

【0146】そして、可動ブロック 13 が回転し、回転角 θ が 0° から 90° になるにしたがって、検出コイル 2 に貫入している金属体 1 の部分が少なくなる構成となっている。

【0147】まず、直線性改善の第 1 の方法としては、金属体 1 の材料に適正なものを選択し、且つ交流電流の周波数も適正に設定することである。発明者は図 22 ~ 24 で例をあげた検出コイル 2 において、金属体の材質を変えて交流インピーダンス Z_{ac} の直線性に関する実験を行なった。図 25 は用いた金属材料：電磁軟鉄、パーマロイ、電磁ステンレス、SUS430、鉄クロムと、それらの推定特性値：抵抗率である。図 25 の中で「電磁ステンレス」と記されたものは、Cr11%の他、Si、Mn、P、Ni、Tiなどを添加した金属で電磁弁やリレーのヨーク等に使用されるものである。また、各金属はいずれも各々の磁気特性を引き出すために、各金属固有の条件で熱処理が施されており、形状は同一である。

【0148】図 26 (a) ~ (e) に交流電流 I_{ac} の周波数 f を 10KHz、30KHz、50KHz、70KHz、90KHz に対する、各金属の交流インピーダンス Z_{ac} の直線性の実験結果を示す。電磁軟鉄や純鉄に比べ、磁性ステンレス(電磁ステンレス)は良好な直線性を有することが分かる。特に、SUS430(18Cr系フェライト系ステンレス)は、角度スパンに対しても周波数に対しても良好な直線性を有する上、耐食性も備え、且つ安価であるのでポジションセンサの金属体材料として好適であるといえる。これらの直線性は抵抗率、透磁率のバランスと周波数特性で決定されるものと考えられる。鉄クロムも 50kHz 以上では良好な直線性を有するので、耐食性についての対策さえ施せば、前述の抵抗率温度係数の利点と合わせて良好な金属体材料となり得ることがわかる。

【0149】第 2 の改善方法としては、図 27 (a)、(b) に示すように、金属体 1 の形状を工夫することで金属体先端部 1a または 1b の、検出コイル 2 の交流インピーダンス Z_{ac} に対する寄与率を高める方法である。図 27 (a) においては、先端部 1a に略直角の段差を設けて太くしたもので、図 27 (b) においては、先端部 1b を楔状に太くしたものであり、両方共、先端部 1a または 1b が他の部分より太くなっているため、巻線間の鎖交磁束量を多くすることができ、よりインダクタンスの増加に寄与することができる。また、このとき、エッチングや金属射出成形で金属体 1 を形成する場合には、特にコストアップ要因にはならない。

【0150】図 27 (c) は、金属体 1 の先端部 1c を金属体本体より透磁率の高い材料で構成することにより、金属体先端部 1c での鎖交磁束量を多くすることができ、よりインダクタンスの増加に寄与することができるものである。図 27 (a)、(b) が先端部以外の部分を細くしなければならず、若干の感度低下を伴うのに対し、図 27 (c) の実施例では感度低下が起らない。また、太さが均一であるので力学的に安定(少しくらい当たっても、変形しにくい)である。

【0151】図 27 (d) は、高透磁率の材料で金属体先端部 1d に表面処理(めっき等)を施した例である。図 27 (c) が製造上、手間がかかり、位置決めも難しいことを改善することができる。また、めっきだけでなく、たとえば高透磁率の箔体を貼り付ける等の構成でもよい。

【0152】図 28 に示すポジションセンサは、中空の巻棒 10 に巻回された検出コイル 2 と、検出コイル 2 の巻軸方向 X に変位して巻棒 10 の中空部分に貫入する金属体 1 とを備え、定電流回路と信号処理回路とは(図示なし)、実施形態 1 と同様に設けられている。この例は、金属体 1 は従来のままの形状であり、巻線が検出コイル 2 の端部で太く(すなわち、巻層数が多く)巻かれている例である。したがって、金属体 1 の先端部のみの貫入に対しても、多くの巻線の磁束が鎖交するため、よりインダクタンスが増加するものである。

【0153】さらに、金属体 1 と検出コイル 2 のボビン内壁との引っ掛かりをなくするために、図 29 (a) ~ (e) の例では、金属体 1 の先端部に面取り、R 付けなどのエッジ除去構造を取り入れることにより、引っ掛かりをなくしている。図 29 (b) ~ (e) は図 27 (a) ~ (e) に示した金属体 1 の先端に面取り、R 付けを施したものである。

【0154】また、金属体 1 及び検出コイル 2 の断面図を示す図 24 においては、金属体 1 が貫入する湾曲巻棒 18 の内面に銅などの非磁性金属を蒸着したコーティング 17 を施して、金属体 1 の引っ掛かりをなくしている。コーティング 17 に金属等、導電性を有する物質を用いる場合には、物質が断面内で閉ループを形成しない

ようにする必要がある。なお、金属蒸着等の代りに、貫通穴側面の一部を板金部品で形成してもよいし、フッ素コーティングなど摺動性と耐摩耗性を有する物質であれば同じ効果を発揮することができる。このようにすることで、金属体 1 として箔体や線状体（特にアモルファスなど）を用い、湾曲巻棒 18 の貫通穴の側面に沿わせて変位させることもできるので、薄型化や小径化が図れるとともに直線性の向上にも効果がある。

【0155】さらに、スプリングコイルを用いて検出コイル 2 の巻線を形成し、スプリングコイルを湾曲巻棒 18 に挿入すれば、角度方向に均一なピッチの巻線が容易に形成できる。

【0156】次に、図 22、23 においては、検出コイル 2 の巻線テンションで変形し、曲率が減少した湾曲巻棒 18 を元の形に戻すための曲率矯正用部材 15 を備えており、曲率矯正用部材 15 は検出コイル 2 と略同様の曲率に形成された溝を形成しており、その溝に検出コイル 2 を入れ込むことによって、検出コイル 2 の内側半径部分と底面側とが曲率矯正用部材 15 に当接して、湾曲巻棒 18 の曲率の減少を矯正している。図 22 ではハウジング 14 が曲率矯正用部材 15 を備えているが、ハウジング 14 そのものに同様の溝を形成してもよい。

【0157】このような曲率矯正用部材 15 を用いる構造には、別の意味でもメリットがある。このような構造をとらない検出コイル 2 では、図 30 に示すように保持固定のための保持・固定用部材 16 を検出コイル 2 の両端部の鍔付近外側に設ける必要がある。この保持・固定用部材 16 があると、金属体 1 のストローク（機械的変位量）が制限されてしまう。しかし、保持固定の構造が鍔の外側にない図 22、23 の場合は、金属体 1 のストロークを長くとることができ、あるいは、ストロークを長くとる代りに、湾曲巻棒 18 の巻線部の角度を広くとることができ、これらも、直線性の改善に繋がるものである。

【0158】なお、本実施形態のポジションセンサの回路構成は、実施形態 1 と同様としているが、実施形態 2 と同様であってもよく、前記同様の効果を得ることができる。

【0159】（実施形態 8）図 31～34 に示す本実施形態のポジションセンサは、自動車用（例えばアクセルペダルポジションの検出等）に使用することを考慮し、フェールセーフシステムの思想に基づいて、図 22、図 23 に示すポジションセンサの検出部を 2 重にしたものであり、図 31、図 32 では、同一の曲率で湾曲した 2 つの検出コイル 2a、2b と、可動ブロック 13 の回転軸を中心に回転することで 2 つの検出コイル 2a、2b に各々貫入する同一の曲率で湾曲した 2 つの金属体 1a、1b とを備え、2 つの検出コイル 2a、2b は、金属体 1a、1b の回転軸方向に重ねて配置されている。

特開 2000-186903 号公報に記載の同一平面上

に 2 つの検出コイルを配置する構成に比べて、検出コイル 2a、2b の巻き線部の見込角度も、可動ブロック 13 の機械的回転角度も増える。したがって、検出コイル 2a、2b の各インピーダンス Z の直線性が良好な回転角度 θ の範囲が広がる。また、検出コイル 2a、2b の仕様が同一であるので、2 つの検出コイル 2a、2b の特性を略同一にすることができ、巻線加工、コスト面で有利である。

【0160】さらに、図 33、図 34 に示すポジションセンサは、小さい曲率で湾曲した検出コイル 2a と、大きい曲率で湾曲した検出コイル 2b と、可動ブロック 13 の回転軸を中心に回転することで 2 つの検出コイル 2a、2b に各々貫入する小さい曲率で湾曲した金属体 1a と、大きい曲率で湾曲した金属体 1b とを備え、検出コイル 2a、2b は、金属体 1a、1b の回転軸に対して同一回転角度 θ 上、且つ同一平面上に配置されている。したがって、図 31、図 32 に示すポジションセンサと同様に、検出コイル 2a、2b の巻き線部の見込角度も、可動ブロック 13 の機械的回転角度も増えて、検出コイル 2a、2b の各インピーダンスの直線性が良好な回転角度 θ の範囲が広がり、さらに薄型化も可能となる。

【0161】ここで、本実施形態の検出コイル 2a、2b を湾曲巻棒 18a、18b に巻回した後、組み立て前に、検出コイル 2a、2b と湾曲巻棒 18a、18b とを一体的に樹脂 19 でモールドすれば、組み立て時、振動・衝撃時の断線防止になり、2 つのコイル 2a、2b 間の位置関係がずれることがないので、組み立て時の位置ずれによる 2 系統間の出力変動が発生しない。さらに、一体的に成形して 2 つの検出部で 1 つの部品になるので、可動ブロック 13 との位置決めが容易になり、組み立て時間も短時間となる。

【0162】また、湾曲巻棒 18a、18b の変形を矯正した状態で樹脂モールドすることにより、ハウジング 14 側に湾曲巻棒 18a、18b の変形を矯正する特別な部材を設ける必要がなくなる。

【0163】さらに、2 つの金属体 1a、1b も一体的に樹脂モールドすれば、互いの位置がずれないので、組み立て時の位置ずれによる 2 系統間の特性変動が発生しない。

【0164】

【発明の効果】請求項 1 の発明は、所定の周波数及び振幅の定電流を出力する定電流回路と、前記定電流を供給される検出コイルと、前記検出コイルに対して前記検出コイルの巻軸方向に相対変位する金属体と、前記定電流及び前記検出コイルのインピーダンスにより決まる電圧信号を前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路とを備えるので、永久磁石と感磁性素子とを用いる方式に比べて、精密な部品、組み立てが不要で、検出コイルのインピーダ

ンスが検出コイルに対する金属体の変位量（金属体が回転運動する場合には金属体の角度）に対してリニアに変化するならば、ポジション信号も検出コイルに対する金属体の変位量に対してリニアに変化し、変位に対する出力の十分なリニアリティを得ることができるという効果がある。

【0165】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記相対変位する金属体は、前記検出コイルの巻線内に貫入自在であるので、検出コイルのインピーダンスの変化を大きくできるという効果がある。

【0166】請求項3の発明は、コンデンサ及び検出コイルからなるLC共振回路と、前記検出コイルに対して前記検出コイルの巻軸方向に相対変位する金属体と、前記LC共振回路に帰還電流を供給して前記LC共振回路を励振する発振回路と、前記発振回路の発振振幅を所定の値とするために前記発振回路の負性コンダクタンスを制御することによって前記帰還電流を制御する負性コンダクタンス制御回路と、前記帰還電流に比例した電流出力を前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を示すポジション信号に変換する信号処理回路とを備えるので、永久磁石と感磁性素子とを用いる方式に比べて、精密な部品、組み立て、及び温度補償が不要で、発信回路のコンダクタンスが検出コイルに対する金属体の変位量（金属体が回転運動する場合には金属体の角度）に対してリニアに変化するならば、ポジション信号も検出コイルに対する金属体の変位量に対してリニアに変化し、変位に対する出力の十分なリニアリティを得ることができ、また請求項1に比べて定電流回路がないので消費電流が少ないという効果がある。

【0167】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記相対変位する金属体は、前記検出コイルの巻線内に貫入自在であるので、検出コイルのインピーダンスの変化を大きくできるという効果がある。

【0168】請求項5の発明は、請求項3または4の発明において、前記負性コンダクタンス制御回路は、前記発振回路の発振振幅に比例した直流信号と所定の直流電圧とを入力とする差動増幅器を具備し、前記差動増幅器の出力結果が前記直流信号は前記所定の直流電圧よりも小さい場合には、前記発振回路の負性コンダクタンスを増大させるように制御し、前記差動増幅器の出力結果が前記直流信号は前記所定の直流電圧よりも大きい場合には、前記発振回路の負性コンダクタンスを減少させるように制御するので、発信回路のコンダクタンス変化を忠実に取り出せる簡単な回路を実現できるという効果がある。

【0169】請求項6の発明は、請求項5の発明において、前記発振回路は前記負性コンダクタンスを形成して前記帰還電流の値を決定する抵抗を具備し、前記抵抗は少なくとも一部をMOSFETのドレインソース間抵抗で構成され、前記負性コンダクタンス制御回路は前記

MOSFETのゲート電圧を制御し、前記ドレインソース間抵抗を可変とすることによって前記帰還電流を制御するので、MOSFETは線形領域に相当するドレインソース間電圧の範囲が広いので制御が容易であり、またゲート電圧に対するドレイン電流の依存性が2乗特性であって振幅抑制できるという効果がある。

【0170】請求項7の発明は、請求項3または4の発明において、前記発振回路は、前記LC共振回路の一端に直列接続されるエミッタを有したNPN型の第1のトランジスタと、ベースが前記第1のトランジスタのベースに接続されたNPN型の第2のトランジスタと、一端が接地されるとともに他端が前記第2のトランジスタのエミッタに接続された前記帰還電流の値を決定する抵抗と、前記第2のトランジスタのコレクタ電流を帰還電流として前記LC共振回路に帰還するカレントミラー回路とを備え、前記負性コンダクタンス制御回路は、所定の定電圧を発生する定電圧回路と、前記定電圧よりも前記発振回路の発振振幅の方が大きい場合に前記帰還電流を少なくする制御回路とを備えるので、請求項3の回路を簡単な回路構成で実現できるという効果がある。

【0171】請求項8の発明は、請求項3または4の発明において、前記負性コンダクタンス制御回路は、前記発振回路の負性コンダクタンスを可変として前記帰還電流を制御することによって、前記発振回路の発振振幅をトランジスタのベースエミッタ間電圧の2倍以下とするので、回路をICで構成する場合に、寄生ダイオードが導通、及び寄生電流の発生を防ぐことができるという効果がある。

【0172】請求項9の発明は、請求項3または4の発明において、前記負性コンダクタンス制御回路は、前記発振回路の負性コンダクタンスを可変として前記帰還電流を制御することによって、前記発振回路の発振振幅を0.1～0.7Vとするので、発振条件が成立限界に近く、且つ検波、信号処理に適しているという効果がある。

【0173】請求項10の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルの巻線のターン数、巻線の巻ピッチ、及び前記検出コイルに入力される信号の周波数は、前記検出コイルの巻線が有するインピーダンス成分の温度係数と、前記金属体が前記検出コイルに相対変位することに起因する前記検出コイルのインピーダンス成分の温度係数とが等しくなる各値であるので、金属体が貫入していない場合の検出コイルのインピーダンスを制御して、インピーダンスの温度変化が、金属体と検出コイルとの相対変位によって変わらないようにすることができるという効果がある。

【0174】請求項11の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体は、前記検出コイルの巻線が有するインピーダンス成分の温度係数と、前記金属体が前記検出コイルに相対変位することに起因する前

記検出コイルのインピーダンス成分の温度係数とが等しくなる材料で形成されるので、金属体が貫入している場合の検出コイルのインピーダンスを制御して、インピーダンスの温度変化が、金属体と検出コイルとの相対変位によって変わらないようにすることができるという効果がある。

【0175】請求項12の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体に施された表面処理は、前記検出コイルの巻線が有するインピーダンス成分の温度係数と、前記金属体が前記検出コイルに相対変位すること起因する前記検出コイルのインピーダンス成分の温度係数とが等しくなる表面処理であるので、金属体が貫入している場合の検出コイルのインピーダンスを制御して、インピーダンスの温度変化が、金属体と検出コイルとの相対変位によって変わらないようにすることができるという効果がある。

【0176】請求項13の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体は、少なくとも表面を体積抵抗率の温度係数が小さな材料で形成されるので、金属体が貫入している場合の検出コイルのインピーダンスの温度変動を小さくすることができるという効果がある。

【0177】請求項14の発明は、請求項13の発明において、前記金属体は、少なくとも表面をニッケルクロム合金、ニッケルクロム鉄合金、鉄クロムアルミ合金、銅ニッケル合金、マンガニンのうちいずれかで形成されるので、請求項13を容易に実現できるとい効果がある。

【0178】請求項15の発明は、請求項13の発明において、前記金属体は、所望の長さに切断した電熱線を、曲げ加工して形成したので、金属体が貫入している場合の検出コイルのインピーダンスの温度変動をより小さくすることができ、且つ材料のロスを少なくすることができるという効果がある。

【0179】請求項16の発明は、請求項15の発明において、前記電熱線は、ニッケルクロム合金、ニッケルクロム鉄合金、鉄クロムアルミ合金、銅ニッケル合金、マンガニンのうちいずれかで形成されるので、請求項15を容易に実現できるとい効果がある。

【0180】請求項17の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルの巻線は、ニクロム、マンガニン、銅ニッケル合金のうちいずれかで形成されるので、金属体が貫入していない場合の検出コイルのインピーダンスの温度変動を小さくすることができるという効果がある。

【0181】請求項18の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルは、巻線と、所定の間隔毎に巻線位置決め用ガイドが形成された巻枠とで構成され、前記巻線は前記巻線位置決め用ガイドに沿って前記巻枠に巻回されるので、所望のインダクタンス値

とストロークとの関係を満足させるため、または巻線仕上がり径のばらつき影響による検出コイルの特性ばらつきを減少させるため、または巻線ピッチを適当に選択して近接効果成分を制御するために密着整列巻線を形成しない場合でも、巻線をストローク範囲に等間隔に巻回することができるという効果がある。

【0182】請求項19の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルの巻線はスプリングコイルであるので、検出コイルが弧状になっていても均等な巻線とすることが容易になるという効果がある。

【0183】請求項20の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体はパイプ状であるので、バルク状に形成するのに比べて低コスト化、軽量化が可能になるという効果がある。特に高周波で用いる場合には、検出コイルのインピーダンスに関与するのはほとんど金属体の表面であるので中空であっても特性に大きな影響を与えない。

【0184】請求項21の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体は非金属の表面に金属板が取り付けられてなるので、請求項20と同様の効果がある。

【0185】請求項22の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、位置検出に必要な分解能を満たすビット数のデジタル信号であるので、ポジションセンサの出力を入力されて処理するシステム（ECU）がデジタル回路である場合、ポジションセンサの出力がアナログ信号であると余計なAD変換、DA変換を繰り返すことによって誤差が生じ、且つ応答遅れを伴うが、ポジションセンサの出力はデジタル出力であるのでこのような問題は発生しない。また、アナログ出力に比べて信号伝達の際に外部ノイズの影響を受けにくい。さらに、必要な分解能を満たすビット数のデジタル信号であるので、ECU側はリアルタイムに読出しを行うことができ、且つ処理を迅速に行うことができるという効果がある。

【0186】請求項23の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号が出力してから前記位置情報に応じた時間を経て出力されるパルス信号とから構成されるので、ポジションセンサの出力を入力されて処理するシステム（ECU）がデジタル回路である場合、ポジションセンサの出力がアナログ信号

であると余計なAD変換、DA変換を繰り返すことによって誤差が生じ、且つ応答遅れを伴うが、ポジションセンサの出力はデジタル出力であるのでこのような問題は発生しない。また、アナログ出力に比べて信号伝達の際に外部ノイズの影響を受けにくい。さらに、信号線が1本でよいという効果がある。

【0187】請求項24の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号に続いて出力される前記位置情報に応じたデューティ比のパルス信号とから構成されるので、請求項23と同様の効果を得ることができる。

【0188】請求項25の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号に続いて出力される前記位置情報に応じたパルス幅のパルス信号とから構成されるので、請求項23と同様の効果を得ることができる。

【0189】請求項26の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記信号処理回路は、前記金属体と前記検出コイルとの位置情報を含んだ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路と、前記デジタル信号をデジタルトリミングする補正回路とを備える信号補正回路を具備し、前記信号処理回路が出力する前記ポジション信号は、出力開始信号と、前記出力開始信号に続いて出力される前記位置情報に応じた数のパルス信号とから構成されるので、請求項23と同様の効果を得ることができる。

【0190】請求項27の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルを2つ具備し、前記2つの検出コイルは構造部材に取り付けられた同一の前記金属体を共用するので、検出部の2重化に伴うコストアップを低減できるという効果がある。

【0191】請求項28の発明は、請求項1または2の発明において、前記検出コイルを2つ具備し、同一の前記定電流回路が所定の周波数及び振幅の定電流を前記2つの検出コイルに出力するので、検出部の2重化に伴うコストアップを低減できるという効果がある。

【0192】請求項29の発明は、請求項27または28の発明において、前記各回路の能動回路はモノリシックICで構成したので、検出部の2重化に伴うコストアップを低減できるという効果がある。特にIC部は最も

コストが高い部品であるので、共用化のメリットが大きい。

【0193】請求項30の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体の端部から所定の長さの部分、他の部分より磁束が通りやすくしたので、端部効果が軽減され、出力の直線性が確保できる区間が広がるという効果がある。

【0194】請求項31の発明は、請求項30の発明において、前記金属体の端部から所定の長さの部分は、他の部分より太いので、金属射出成形で金属体を成形する場合に有利であり、あるいは2部材の組み合わせでも容易に形成できるという効果がある。

【0195】請求項32の発明は、請求項30の発明において、前記金属体の端部から所定の長さの部分は、他の部分より透磁率が高い材料で形成されるので、金属体の太さを一定にすることができ力学的に安定となり、また、2部材の組み合わせでも容易に形成できるという効果がある。

【0196】請求項33の発明は、請求項30の発明において、前記金属体の端部から所定の長さの部分は、他の部分より透磁率が高い材料で表面処理されたので、金属体の太さを一定にすることができ力学的に安定となり、湾曲した金属体でも容易に形成できるという効果がある。

【0197】請求項34の発明は、請求項33の発明において、前記金属体は端部から所定の長さの部分の表面にパーマロイめっきを施した電磁ステンレスからなるので、金属体の端部と他の部分との透磁率のバランスがよく、また耐食性にも優れているという効果がある。

【0198】請求項35の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記金属体の端部は、面取り処理を行ってエッジを除去したので、ボビンの内部で金属体が引っ掛かることなく、引っ掛かりによる直線性の悪化を防止することができるという効果がある。

【0199】請求項36の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルは所定の曲率で湾曲した形状を有しており、前記検出コイルを固定し、前記検出コイルの曲率変化を矯正する手段を有するハウジングを備えるので、検出コイルの曲率変化を矯正、防止することができるという効果がある。

【0200】請求項37の発明は、請求項36の発明において、前記ハウジングは前記検出コイルの内側半径部分の少なくとも一部に当接することによって、前記検出コイルの曲率変化を矯正するので、請求項27と同様の効果を奏することができる。

【0201】請求項38の発明は、請求項1乃至4いずれかの発明において、前記検出コイルを巻回した巻枠を備え、組み立て前に前記コイルと巻枠とを樹脂モールドしたので、組立て時の断線防止、振動・衝撃に対する断線防止を図ることができるという効果がある。さらに、

湾曲巻棒の場合、変形を矯正した状態で樹脂モールドすることで、ハウジング側に検出コイルの曲率変化を矯正する手段がなくても、請求項 27 と同様の効果を奏する。

【0202】請求項 39 の発明は、請求項 1 乃至 4 いずれかの発明において、2つの前記検出コイルを各々巻回した2つの巻棒を備え、組み立て前に2つの前記コイルと2つの前記巻棒とを一体に樹脂モールドしたので、請求項 29 の効果に加えて、2つの検出コイルの位置関係がずれることなく、組立て時の位置ずれによる2系統

の検出部間の出力変動が生じないという効果がある。

【0203】請求項 40 の発明は、請求項 2 または 4 の発明において、2つの前記検出コイルを備え、前記検出コイルに貫入する2つの前記金属体を一体に樹脂モールドしたので、請求項 30 と同様の効果を奏する。

【0204】請求項 41 の発明は、請求項 2 または 4 の発明において、同一の曲率で湾曲した2つの前記検出コイルと、回転軸を中心に回転することで前記2つの検出コイルに各々貫入し、同一の曲率で湾曲した2つの前記金属体とを備え、2つの前記検出コイルは、前記金属体の回転軸方向に重ねて配置されるので、検出コイルの巻線部の見込み角度、可動ブロックの機械的回転角度を大きくとることができ、したがって検出コイルのインピーダンスの直線性が良好な回転角度の範囲が広がるという効果がある。さらに、2つの検出コイルの仕様を同じにできるので、2つの検出コイルの特性を同一にでき、巻線加工、コスト面で有利になる。

【0205】請求項 42 の発明は、請求項 2 または 4 の発明において、互いに異なる曲率で湾曲した2つの前記検出コイルと、回転軸を中心に回転することで前記2つの検出コイルに各々貫入し、互いに異なる曲率で湾曲した2つの前記金属体とを備え、2つの前記検出コイルは、前記金属体の回転軸に対して同一回転角度上、且つ同一平面上に配置されるので、検出コイルの巻線部の見込み角度、可動ブロックの機械的回転角度を大きくとることができ、したがって検出コイルのインピーダンスの直線性が良好な回転角度の範囲が広がるという効果がある。さらに、薄型化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態 1 の断面構造を示す図である。

【図 2】本発明の実施形態 1 の回路構成を示す図である。

【図 3】本発明の実施形態 2 の断面構造を示す図である。

【図 4】本発明の実施形態 2 の回路ブロックを示す図である。

【図 5】近接スイッチの回路ブロックを示す図である。

【図 6】本発明の実施形態 2 の回路構成を示す第 1 の図である。

【図 7】本発明の実施形態 2 の回路構成を示す第 2 の図である。

【図 8】(a), (b) MOSFET とバイポーラトランジスタとの各特性を示す図である。

【図 9】本発明の実施形態 2 の回路構成を示す第 3 の図である。

【図 10】本発明の検出コイルの等価回路を示す図である。

【図 11】表皮効果による銅線の抵抗値変動を示す図である。

【図 12】近接効果による銅線の抵抗値変動を示す図である。

【図 13】(a), (b) 巻棒の外形を示す図である。

【図 14】ボビンと検出コイルとの外形を示す図である。

【図 15】本発明の実施形態 4 の断面構造を示す第 1 の図である。

【図 16】本発明の実施形態 4 の断面構造を示す第 2 の図である。

【図 17】(a), (b) 本発明の実施形態 5 のポジション信号を示す第 1 の図である。

【図 18】(a), (b) 本発明の実施形態 5 のポジション信号を示す第 2 の図である。

【図 19】(a), (b) 本発明の実施形態 5 のポジション信号を示す第 3 の図である。

【図 20】本発明の実施形態 6 の断面構造を示す図である。

【図 21】本発明の実施形態 6 の回路構成を示す図である。

【図 22】本発明の実施形態 7 の上面を示す図である。

【図 23】同上の側面断面を示す図である。

【図 24】同上の検出コイルの断面図を示す図である。

【図 25】同上の金属体に用いる磁性体の特性を示す図である。

【図 26】(a) ~ (e) 同上の角度スパンと検出コイルの交流インピーダンスの直進性との関係を周波数毎に示す図である。

【図 27】同上の金属体の端部を示す図である。

【図 28】同上の直線ストローク構成のポジションセンサの側面断面を示す図である。

【図 29】同上のエッジを除去した金属体の端部を示す図である。

【図 30】同上の両端部に保持・固定用部材を設けた検出コイルを示す図である。

【図 31】本発明の実施形態 8 の検出部を 2 つ備える第 1 のポジションセンサの上面を示す図である。

【図 32】同上の第 1 のポジションセンサの側面断面の一部を示す図である。

【図 33】同上の検出部を 2 つ備える第 2 のポジションセンサの上面を示す図である。

【図 3 4】 同上の第 2 のポジションセンサの側面断面の一部を示す図である。

【図 3 5】 従来例の構成を示す第 1 の図である。

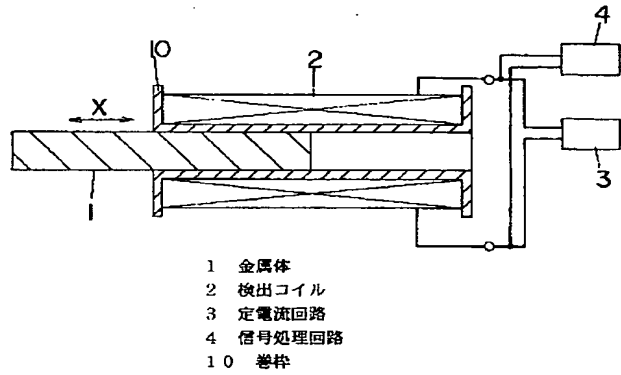
【図 3 6】 従来例の構成を示す第 2 の図である。

【図 3 7】 従来例の回路構成を示す図である。

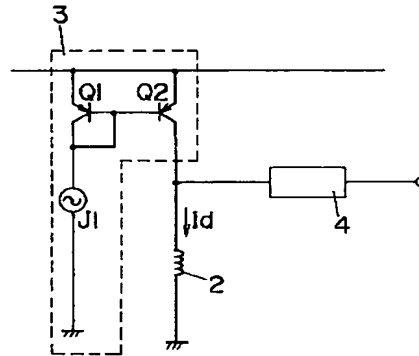
【符号の説明】

- 1 金属体
- 2 検出コイル
- 3 定電流回路
- 4 信号処理回路
- 10 巻棒

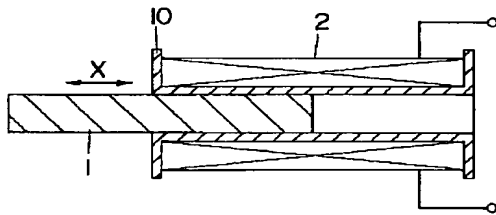
【図 1】



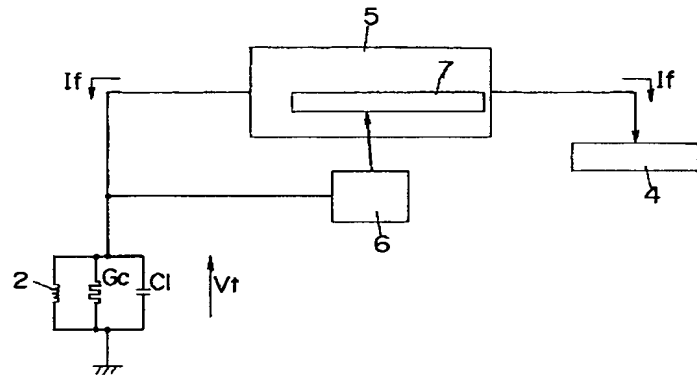
【図 2】



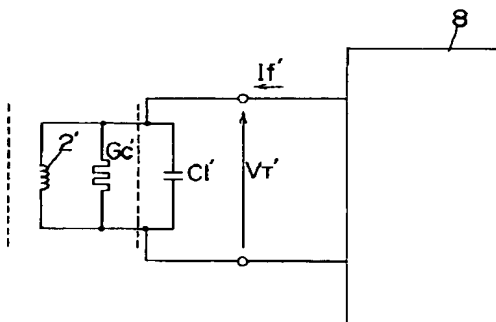
【図 3】



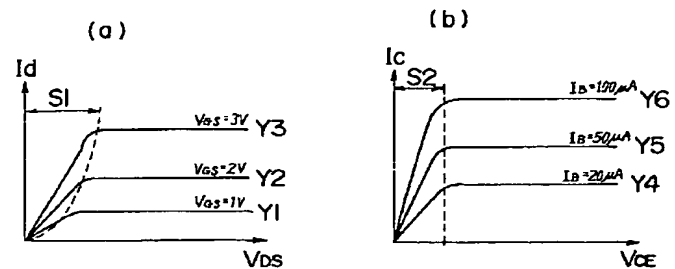
【図 4】



【図 5】



【図 8】

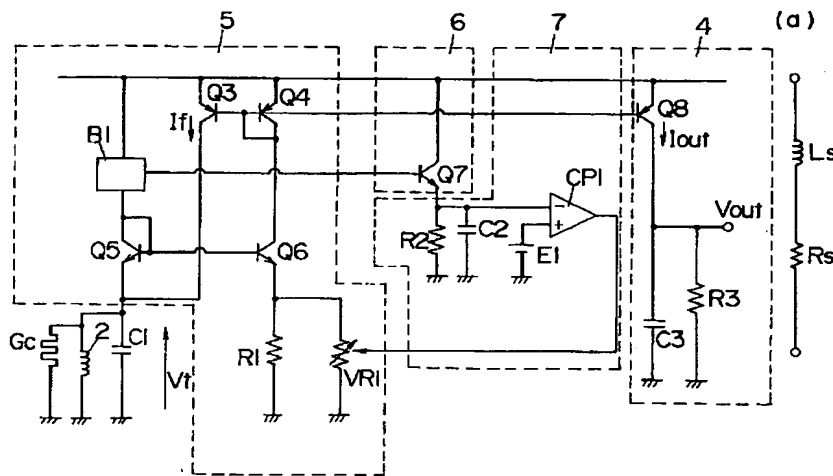


【図 1 8】

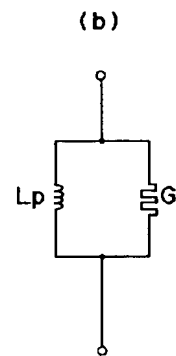
(a) V_r

(b) V_{out}

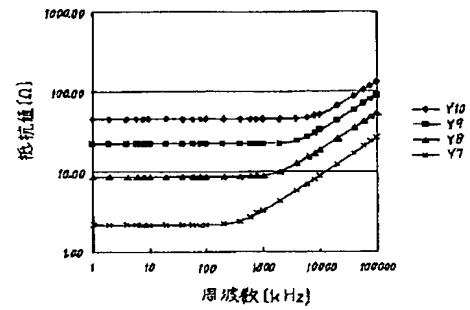
【図 6】



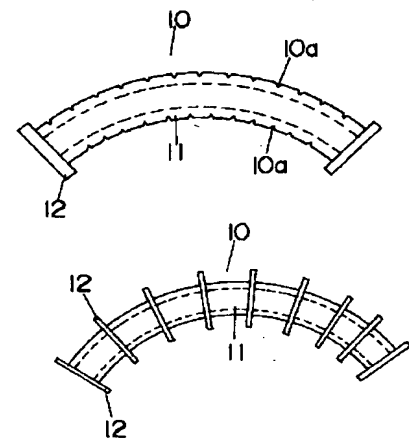
【図 10】



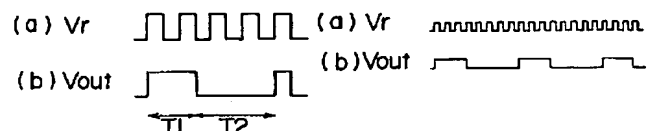
【図 11】



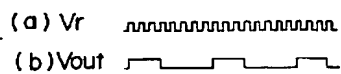
【図 13】



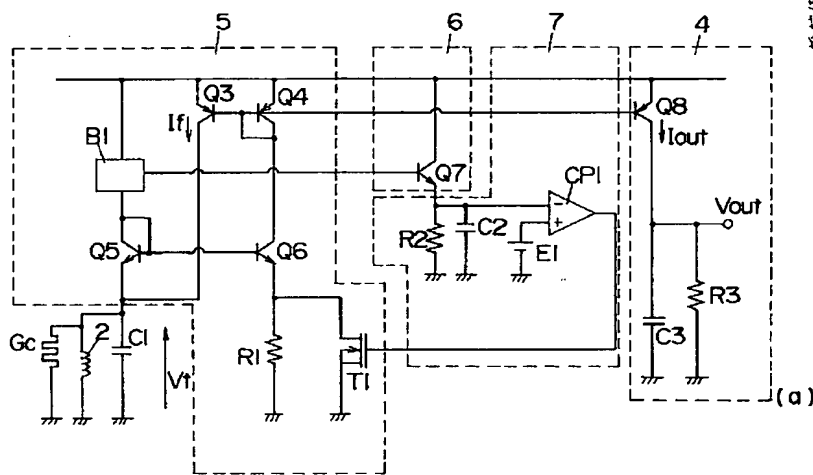
【図 17】



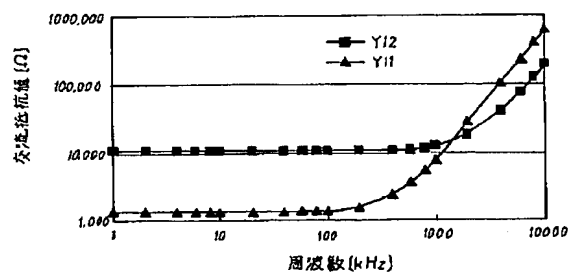
【図 19】



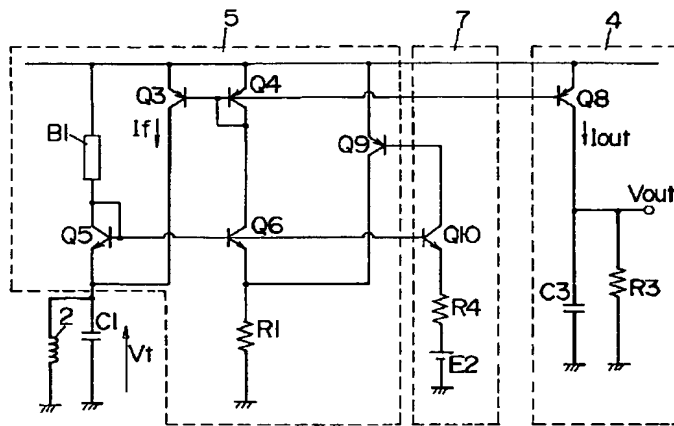
【図 7】



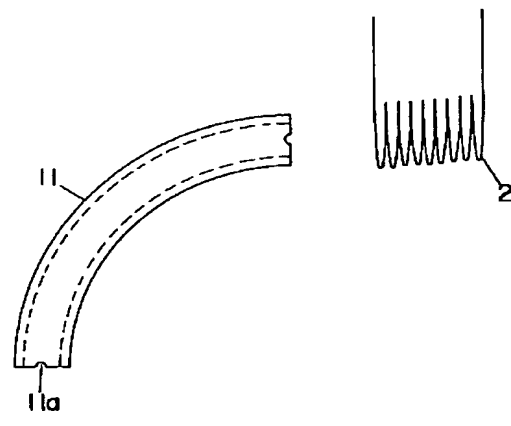
【図 12】



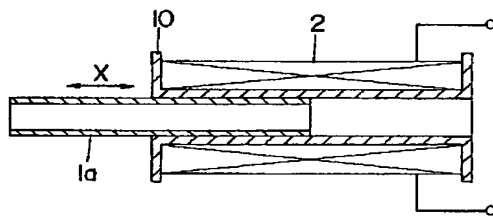
【図 9】



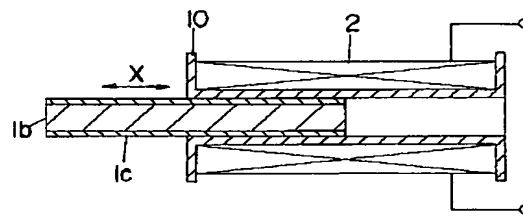
【図 14】



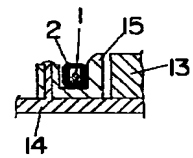
【図 15】



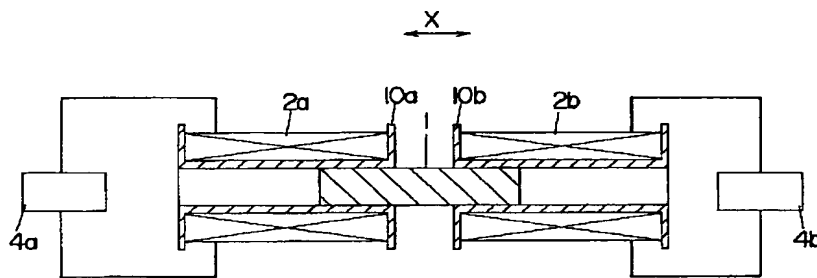
【図 16】



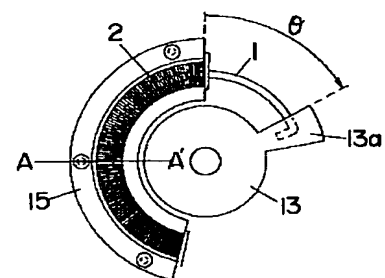
【図 23】



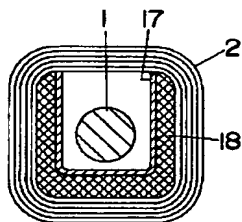
【図 20】



【図 22】



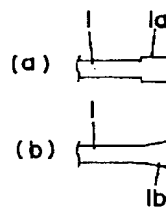
【図 24】



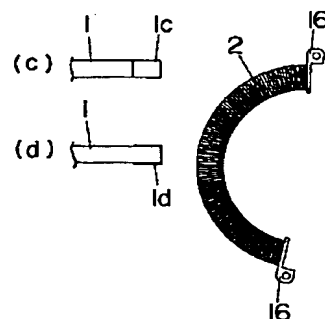
【図 25】

材質名	抵抗率 ($\mu\Omega \cdot m$)
電磁軟鉄(SUY-0)	0.1
パーマロイ(PC)	0.8
電磁ステンレス	0.8
SUS430	0.8
鉄クロム(FCH2)	1.2

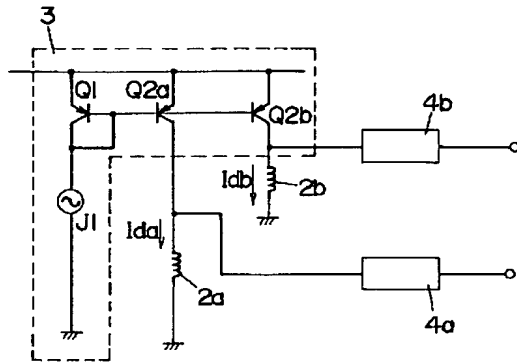
【図 27】



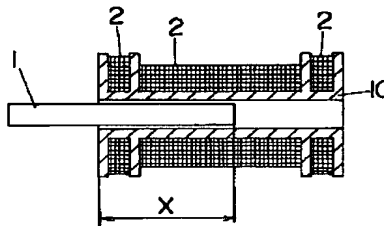
【図 30】



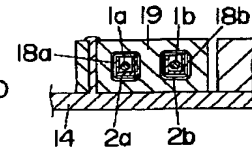
【図21】



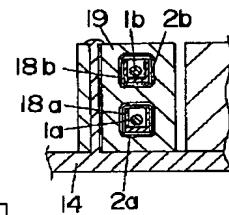
【図28】



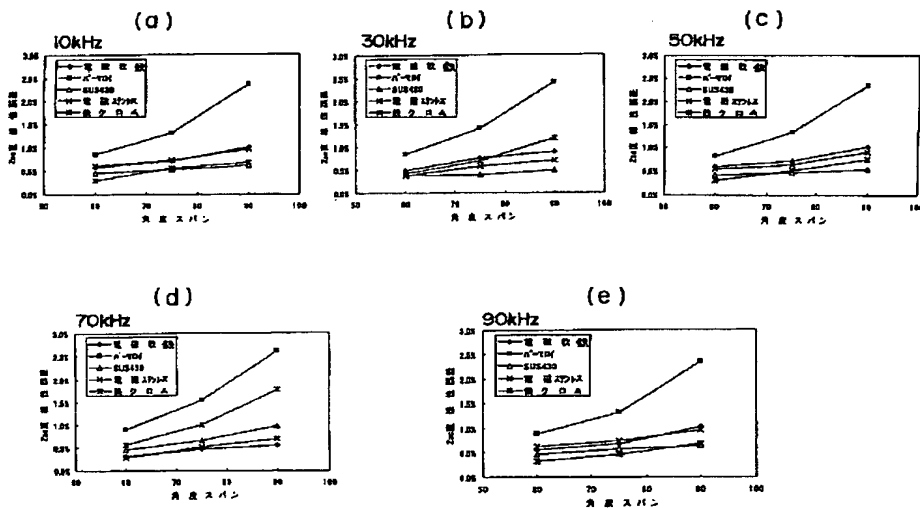
【図34】



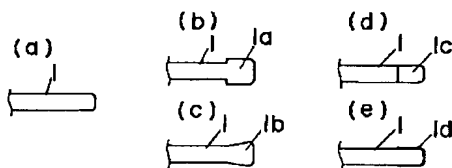
【図32】



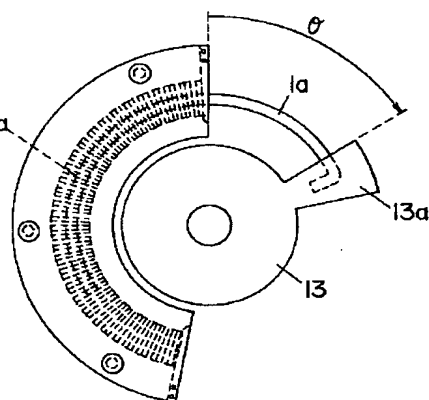
【図26】



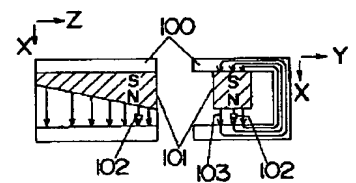
【図29】



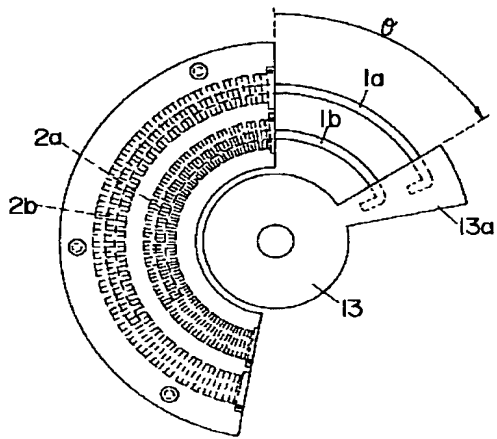
【図31】



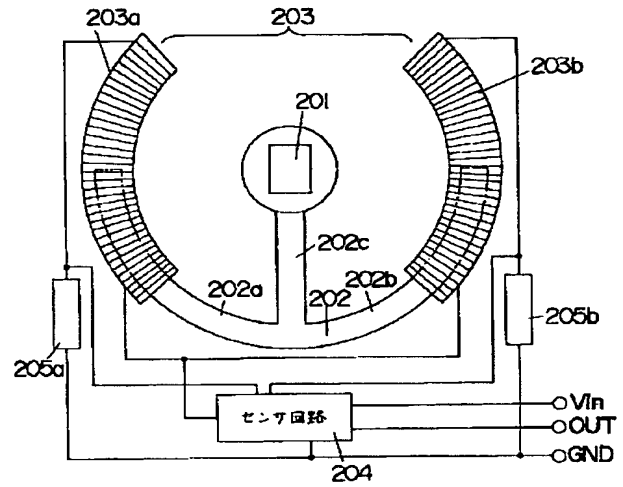
【図35】



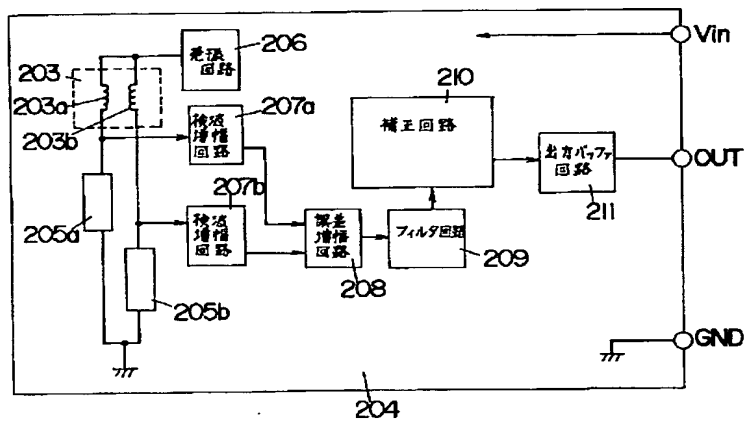
【图 3 3】



【图 3 6】



【図 3 7】



POSITION SENSOR

Patent Number: JP2003083764
Publication date: 2003-03-19
Inventor(s): NIWA MASAHISA
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD
Requested Patent: JP2003083764
Application Number: JP20020131900 20020507
Priority Number(s):
IPC Classification: G01D5/20
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a position sensor capable of obtaining sufficient linearity of output for displacement without needing precise parts, assembling and temperature compensating.
SOLUTION: The position sensor is provided with a detection coil 2 wound around a hollow winding frame 10, a metal body 1 displaced in the winding axis direction X of the detection coil 2 and penetrating a hollow part of the winding frame 10, a constant current circuit 3 for outputting constant current of a prescribed frequency and amplitude to the detection coil 2, and a signal processing circuit 4 for converting both end voltages of the detection coil 2 determined by the constant current output by the constant current circuit 3 and impedance of the detection coil 2 into a position signal indicating position information of the metal body 1 and the detection coil 2.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



This Page Blank (uspto)